

Karttakäyttöliittymä matkaviestinverkon tukiasematietojärjestelmiin

Teknillisen korkeakoulun maanmittausosastolla

geodesian ja kartografian laboratoriolle tehty diplomityö

Helsinki, helmikuu 2002



Tekniikan ylioppilas Jarkko Kuoppamäki



Valvoja: professori Kirsi Virrantaus

Ohjaaja: DI Paula Ahonen

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty vuoden 2001 jälkimmäisen puoliskon aikana Unibase Oy:lle ja Sonera Mobile Networks Finlandille (MNF). Kirjoitustyö jatkui tammi-helmikuussa 2002.

Haluaisin kiittää esimiestäni Jukka Kilpiötä Sonera MNF:ltä diplomityöaiheen löytämisestä ja kaikesta avusta, Lassi Heikkilää EDS Finlandilta avusta ja tuesta paikkatieto- ja muissa teknisissä asioissa sekä Mika Svahnia Unibase Oy:ltä, että sain tehdä työni juuri tästä aiheesta. Kiitos myös muille työtovereilleni Sonera MNF:llä sekä tämän projektin puitteissa myös Unibasella ja EDS Finlandilla.

Suurkiitos Teknillisen Korkeakoulun kartografian ja geoinformatiikan professori Kirsi Virrantaukselle työn valvomisesta ja eteenpäin kannustamisesta, sekä DI Paula Ahoselle työn asiantuntevasta ohjaamisesta ja kaikesta avusta.

Erityiskiitos Satulle tuesta ja kestämisestäni oman diplomityönsä teon keskellä.

Helsingissä 21.2.2002

Jarkko Kuoppamäki

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO.....	9
1.1. Soneran ja Unibasen organisaatio	10
1.2. Matkapuhelinverkon peruskäsitteitä	12
2. KARTTAKÄYTTÖLIITTYMÄ.....	13
2.1. Mikä on käyttöliittymä?	13
2.2. Mikä on karttakäyttöliittymä?	13
2.3. Perustoiminnot	15
2.4. Karttakäyttöliittymä Internet-selaimessa	17
3. UNIBASEN TIETOJÄRJESTELMIEN NYKYTILA.....	20
3.1. Yleistä	20
3.2. Solu- ja tukiasematietojen graafinen näyttösovellus Peto++	20
3.3. MASA-mastorekisterisovellus	22
3.4. Karttapaikka	23
3.5. REPE (Register of Equipment PrEmises)	25
3.6. Tehty karttakäyttöliittymän demo	26
4. KÄYTTÄJÄTARPEIDEN MÄÄRITTÄMINEN	29
4.1. Myynti	30
4.2. Tuotanto	31
4.3. Ylläpito.....	33
4.4. Tuki	34
4.5. Sijainninsuunnittelijat	35
4.6. Rakennuttajat.....	36
4.7. Asiakkaat ja yhteistyökumppanit	37
5. KARTTAKÄYTTÖLIITTYMÄN AINEKSET	39
5.1. Kartta-aineistot.....	39
5.1.1. Rasteriaineistot.....	40
5.1.2. Vektoriaineistot.....	44
5.1.3. GIS-karttapalvelut aineiston tuottajina	46
5.2. Karttakomponenttikirjastot	49
5.2.1. Yleistä	49
5.2.2. View Toolkit	49
5.2.3. SpatialFX	51
5.2.4. JViews.....	52
5.2.5. JMap.....	53
5.2.6. Yhteenvetotaulukko ominaisuuksista	54
5.3. Karttapalvelut.....	55
5.3.1. Mapser	55
5.3.2. Maporama	55
5.3.3. MapQuest UK.....	56
6. RATKAISUEHDOTUS	57
6.1. Kartta-aineistot.....	57
6.2. Karttakomponenttikirjastot	58

6.3.	Karttapalvelut.....	58
6.3.1.	Aineistot.....	58
6.3.2.	Palvelut	58
6.4.	Karttakäyttöliittymän kehittäminen	59
6.4.1.	Ensimmäinen vaihe.....	59
6.4.2.	Karttakäyttöliittymän jatkokehitys	60
7.	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	61

LYHENTEET

API	Application Program Interface
ASP	(Soneran) Asiakaspalvelu
CAD	Computer Aided Design
CD	Compact Disc
CGI	Common Gateway Interface
DHTML	Dynamic HyperText Markup Language
EDS	Electronic Data Systems
FGDC	Federal Geographic Data Committee
GIF	Graphics Interface Format
GIS	Geographical Information System
GML	Geographical Markup Language
GSG	(EDS) Geospatial Solutions Group
GSM	Global Standard for Mobile Communications / Groupe Spéciale Mobile
GUI	Graphical User Interface
GPS	Global Positioning System
HTML	HyperText Markup Language
IDE	Interactive Development Environment
JDK	Java Development Kit
JPEG, JPG	Joined Photo Expert Group

MO	(Sonera) Mobile Operations
MNF	(Sonera) Mobile Networks Finland
NMT	Nordic Mobile Telephone
PDA	Personal Digital Assistant
PDF	Portable Document Format
REPE	Register of Equipment PrEmises
RLE	Run-Length Encoding
WWW	World Wide Web
TAP	(Soneran) Tekninen Asiakaspalvelu
TIFF	Tagged Image File Format
UMTS	Universal Mobile Telephone System
XML	eXtended Markup Language

1. Johdanto

Yhdysvaltain paikkatietokomitean (FGDC, the Federal Geographic Data Committee) mukaan noin 80%:iin kaikesta tiedosta liittyy sijainti (Federal Computer Week 2001). Luonnollisin ja tutuin esitystapa tällaiselle tiedolle on kartta. Perinteinen paperikartta kykenee sijainnin lisäksi ilmaisemaan vain pienen määrän ennalta valittuja ominaisuustietoja, esimerkiksi matkapuhelintukiaseman tyyppin ja käyttöasteen tietyn värisin ja kokoisin symbolein. Digitaalinen kartta-aineisto tietokoneen karttasovelluksessa laajentaa tätä mahdollisuutta pidemmälle, sillä käyttäjä voi itse määrätä, mitä tietoja milloinkin näytetään ja näin muodostaa kuvaruutukartan itselleen olennaisesta tiedosta. Hän voi myös vaikuttaa valitun tiedon näyttötapaan esimerkiksi korostamalla haluamiansa asioita.

Kuvaruutukartta voi toimia havainnollisen visualisoinnin lisäksi myös hyvänä käyttöliittymänä. Kartan kohteen klikkaus saattaa olla määritelty käynnistämään mikä tahansa toiminto, tyypillisesti esimerkiksi tuomaan kohteen ominaisuustiedot erilliseen ikkunaan nähtäväksi ja muokattavaksi. Kohteita voi olla mahdollista siirtää karttanäkymässä paikasta toiseen ja nähdä, miten muutos vaikuttaa kokonaisuuteen. Aineistoon voidaan tehdä kyselyjä, esimerkiksi löytää kaikki kohteet 200 metrin säteellä Turuntiestä.

Tässä diplomityössä olen tutkinut Sonera-konserniin kuuluvalla, matkaviestinverkon tukiasemia hallinnoivalle Unibase Oy:lle kehitettävää karttakäyttöliittymää. Tähän asti tehtäviensä toteuttamiseen yritys on tarvinnut useampaa eri sovellusta, joiden yhteistyö ei aina ole ollut täysin saumatonta. Tiedonvälityksessä asiakkaiden ja yhteistyökumppaneiden kanssa yritys on käyttänyt sekalaisia paperikarttoja, joista muutamien merkintöjen jälkeen on vaikeaa saada kunnolla selvää. Uusien tietojärjestelmien ja tietojärjestelmäsovellusten ohessa Unibase on lähtenyt kehittämään karttakäyttöliittymää, joka palvelisi eri sovelluksia monipuolisesti.

Unibasen uusia sovelluksia käytetään Internet-selaimen kautta, joten karttakäyttöliittymäkään ei voi olla itsenäinen ajettava sovellus. Suunnittelussa tulee siis ottaa huomioon joitain web-suunnittelun periaatteita. Kaikille avoimen www-

sovelluksen kehittämisestä poiketen käyttäjäprofiili tunnetaan melko tarkasti, samoin käytettävän verkon tiedonsiirtonopeus.

Matkaviestinverkon tukiasema on mielenkiintoinen kohde paikkatietojärjestelmälle. Se voidaan ajatella pistemäiseksi kohteeksi, mutta toisaalta kaapelointi muuhun puhelinverkkoon tekee siitä myös viivamaisen kohteen. Joukko tukiasemia puolestaan muodostaa verkon. Tukiaseman antennit muodostavat peittoja eli kuuluvuusalueita, joten myös aluemaisia käyttökohteita on. Tukiasemien suuri lukumäärä ja laaja levinneisyys – tuhansia eri puolella Suomea – sekä ominaisuustietojen runsaus tekevät niiden hallinnoinnista haastavan. Paikkatietosovellus ja karttakäyttöliittymä ovat tällöin oikea ratkaisu.

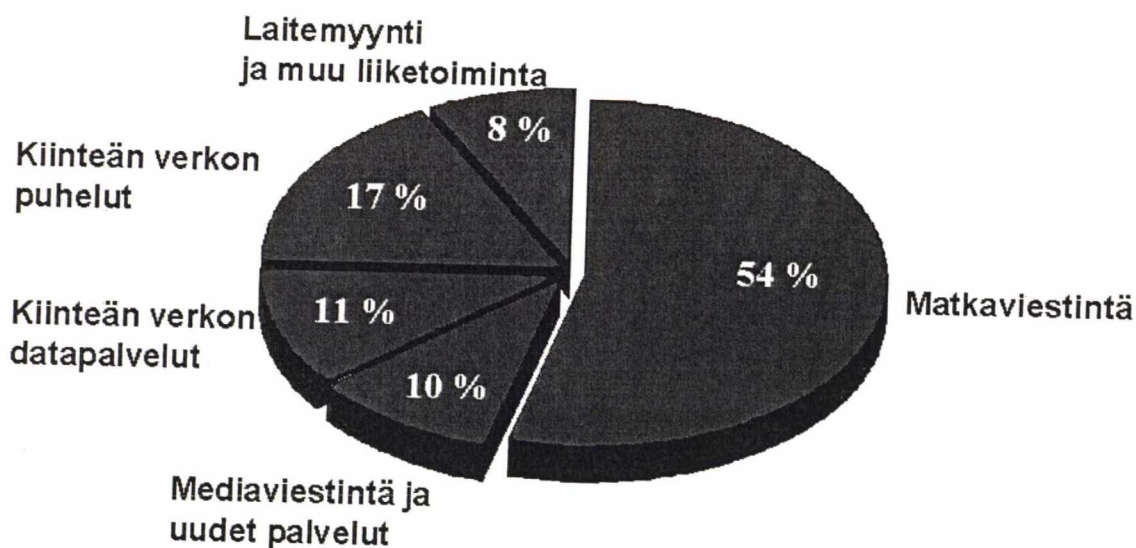
Tässä diplomityössä kuvaan karttakäyttöliittymän yleisiä piirteitä ja toimintoja sekä kerron Internet-selaimella käytettävän karttakäyttöliittymän toteutusvaihtoehdoista. Unibasen tietojärjestelmien nykytilana esittelen tähän asti käytetyt sovellukset sekä pari vasta käyttöön otettua uudempaa, joihin karttakäyttöliittymä tulee kiinteästi liittymään. Eri käyttäjäryhmien tarpeita ja käyttötapoja karttakäyttöliittymän toiminnallisuudelle selvittääkseni olin mukana haastattelemassa eri käyttäjäryhmiä ja tiivistelmät näistä haastatteluista ovat luvussa 4.

Olen myös etsinyt tietoja karttakäyttöliittymän aineksiksi sopivista kartta-aineistoista, -komponenttikirjastoista ja -palveluista. Karttakomponenttikirjastot on evaluoitu yhdessä karttakäyttöliittymän kehitystyöstä vastaavan EDS Finlandin kanssa ja päädytty ratkaisuehdotukseen, josta kerron ja jota kommentoin luvussa 6.

1.1. Soneran ja Unibasen organisaatio

Sonera Oyj on matkaviestinnän sekä matkaviestinpohjaisten palvelujen ja sovellusten kansainvälinen yritys, jolla on toimintaa 19 maassa. Yhdistämällä matkaviestinnän, Internetin ja palvelujen osaamisen Soneran tavoitteena on kehittyä maailmanlaajuiseksi viestintäoperaattoriksi sekä asiointi- ja sisältöpalvelujen tarjoajaksi. (Sonera 2001b).

Vuonna 2000 Soneran liikevaihto oli 2 057 miljoonaa euroa, joka jakautui liiketoiminta-alueittain seuraavasti:



Kuva 1: Soneran liikevaihtorakenne vuonna 2000.

Mobile Operations (MO) -yksikkö vastaa Soneran kotimaan matkaviestinliiketoiminnasta. Yksikön tavoitteena on yhdistää ja soveltaa Soneran ja sen kumppaneiden innovatiivisuus ja osaaminen asiakkaiden hyödyksi ja tarjota heille seuraavan sukupolven mobiilipohjaisia palveluja jo nyt. Yksiköllä on Suomessa yli 2,2 miljoonaa asiakasta. MO:n liiketoimintayksikkö Mobile Networks Finland (MNF) vastaa Soneran matkapuhelinverkkojen hallinnasta ja operoinnista. (Sonera 2001a)

Unibase Oy omistaa, rakennuttaa ja ylläpitää matkapuhelinverkkojen käyttämiä tukiasemapaikkoja, joista se vuokraa antenni- ja laitepaikkoja erilaisille yrityksille ja yhteisöille. Tällä hetkellä Unibasen omistuksessa tai hallinnassa on yli 5 000 tukiasemapaikkaa, joista noin 2 400 on mastopaikkoja.

Unibasen asiakkaita ovat kiinteän verkon operaattorit, paikallisradiot, TV-verkkojen rakentajat, matkapuhelinoperaattorit, viranomaiset, erilaiset uuden teknologian yritykset sekä sisäisten radioverkkojen käyttäjät. (Unibase 2001)

Sonera Mobile Operations (MO) omistaa 100% Unibasen osakekannasta.

1.2. Matkapuhelinverkon peruskäsitteitä

Tässä diplomityössä on runsaasti mainintoja muun muassa matkapuhelinverkosta, tukiasemista, mastoista, tukiasemapaikoista, laiteloista ja laitepaikoista. Tarkan teknisen kuvauksen sijaan seuraavassa on lyhyt esittely näistä käsitteistä:

Matkapuhelinverkko tai matkaviestinverkko on matkaviestintään tarkoitettu televerkko. Toisen sukupolven matkapuhelinverkot koostuvat keskus-, tukiasema- ja käytönhallintajärjestelmistä sekä lisäpalveluja tarjoavista järjestelmistä. (Tekniikan sanastokeskus 2001)

Tukiasema on matkaviestinverkon lähetin-vastaanotinasema, johon matkaviestimet ovat radioyhteydessä. Tyypillinen tukiasema koostuu tarvittavan elektroniikan sisältävästä laitetilasta, matkaviestimiin yhteydet ottavista antennista sekä tukiaseman muuhun puhelinverkkoon yhdistävästä kaapelista tai radiolähetinlautasesta.

Mastotukiasemaksi kutsutaan tukiasemaa, jossa antennit on sijoitettu mastoon tai torniin, jotta niiden peitto ulottuisi laajalle alueelle. **Kiinteistötukiasema** puolestaan on tukiasema, jossa antennitila sijaitsee kiinteistön katolla tai seinässä. Kiinteistöstä on tällöin vuokrattu tila, esimerkiksi ullakkokoppi laitetilaksi.

Laitetila on mastotukiaseman elektroniikan säilytystila lähellä maston tai tornin juurta. Laitetila on sisäisesti jaettu **laitepaikoiksi**, joihin kuhunkin voidaan sijoittaa tukiaseman elektroniikkaa. Laitepaikat pyritään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti, joten on tärkeä tietää, mitä laitetila sisältää ja kuinka paljon laitepaikkoja on vapaana ja käytössä.

Antennitila käsittää ”kaikki tilat joihin komponentteja voidaan asentaa” eli ristikkomastot, pylväät, antenniputket, seinätelineet ja seinäpinnan. Antennitila voi sisältää yhden tai useamman **antennipaikan**, joka syntyy, kun antennitilaan asennetaan komponentti. Antennitilaa ei jaeta etukäteen antennipaikoiksi.

Solu on se maantieteellinen alue, jolla tukiaseman lähettämä radiosignaali on vastaanotettavissa. Solun säde vaihtelee noin 100 metrin ja 35 kilometrin välillä.

2. Karttakäyttöliittymä

Tässä diplomityössä esitetty karttakäyttöliittymä palvelee Unibasen kaikkia GIS-tarpeita. Se integroidaan kehitettävänä oleviin sovelluksiin kuten REPE-laitetilarekisteriin. Tavoitteena on saada käyttäjälle näkymään yksi yhtenäinen järjestelmä, joka palvelee kaikkia osapuolia.

2.1. *Mikä on käyttöliittymä?*

Ennen karttakäyttöliittymää on syytä määritellä käyttöliittymä. Kalimon (1996, s. 7-8) mukaan ”käyttöliittymä on se osa tietokonesovellusta, jonka avulla käyttäjä ja sovellus ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Graafinen käyttöliittymä (Graphical User Interface, GUI) koostuu ikkunoista, valikoista, kuvakkeista sekä niiden käsittelyn toteuttavista vuorovaikutustavoista. Käyttöliittymän suunnittelu edellyttää päätöksiä, jotka liittyvät sovelluksen tehtäväalueeseen, sovelluksen tuleviin käyttäjiin, käytettävään laitteisto- ja ohjelmistoympäristöön sekä itse sovelluksen toimintoihin. Käyttöliittymän suunnittelijan työtä voidaan hyvin verrata arkkitehdin työhön. Suunnittelu on samalla kertaa sekä rajoitettua että luovaa.”

Käyttöliittymän tärkeys on tullut esiin, kun sähköisten viestimien kehityksen mukana saatavilla olevan tiedon määrä on kasvanut selvästi. Jotta tieto päästäisiin paremmin hyödyntämään, sen käytettävyyttä on parannettava, sillä ihmisen tiedon omaksumis- ja hyödyntämiskyky rajoittaa taloudellista ja tieteellistä kasvua. Tekniikka voisi palvella ihmistä huomattavasti paremmin, jos se välitettäisiin hänen ehdoillaan. Esimerkiksi Internetin käyttäjämäärän nopea kasvu on selitettävissä käytettävyyden parantumisella. (Kalimo 1996, s. 7)

2.2. *Mikä on karttakäyttöliittymä?*

Multimedia-karttatuote muodostuu kolmesta pääkomponentista:

1. graafinen käyttöliittymä (Graphical User Interface, GUI)
2. tietosisältö

3. yhteydet eri tietosisällön välillä

Multimediatuotteen menestys määräytyy pääasiassa sen graafisen käyttöliittymän (Graphical User Interface, GUI) kautta. Vaikka tietosisältö, tietosisällön valinta ja yhteydet eri tietosisällön välillä ovat määrääviä tekijöitä, juuri graafinen käyttöliittymä mahdollistaa tuotteen toiminnallisuuden, liikkumisen ja halutun sisällön visuaalisen näyttämisen. GUI on erityisen tärkeä multimedia-karttatuotteissa ottaen huomioon, että tietoon päästään käsiksi juuri kartan kautta. Multimedia-karttatuotteen graafinen käyttöliittymä muodostuu kahdesta komponentista: kartasta (map object), joka on tuotteen pääasiallinen hallintatyökalu, ja kartan ulkopuolella sijaitsevista näyttö-, käsittely-, navigointi- ja vuorovaikutustyökaluista (marginalia objects). (Miller 1999, s. 53-54)

Vuosisatojen ajan karttoja on käytetty sijainniltaan tunnetun tiedon visualisointiin ja siten auttamaan käyttäjiä paremmin ymmärtämään kohteiden sijaintiriippuvuuksia. Kartoilta on saatu tietoa etäisyyksistä, suunnista ja alueiden koosta ja ymmärretty kohteiden muodostamia kuvioita ja niiden välisiä suhteita. Viimeisten vuosikymmenten aikana sijaintitiedon digitaalinen käsittely on saanut huomattavasti vauhtia samalla kun ympäristö, jossa karttoja yleensä käytetään on merkittävästi muuttunut. Tietokoneen mukana tulivat kuvaruutukartat, joiden kautta voidaan tehdä kyselyjä tietokantaan, jonka tietojen pohjalta kartta on visualisoitu. Yhdessä yksinkertaisten analyysitoimintojen kanssa näitä ohjelmistoja alettiin kutsua paikkatietojärjestelmiksi (Geographical Information System, GIS). Kehityttyään ne alkoivat levitä kaikille paikkatietoa sisältäville aloille. Mukanaan ne toivat mahdollisuuden yhdistää paikkatietoja useista eri lähteistä sekä muutella, analysoida ja visualisoida näitä yhdistelmiä. Käyttäjät voivat yhdistää paikkatietojärjestelmien sisältämän tiedon sovellusmalliinsa ja siten löytää vastaukset sellaisiin kysymyksiin kuin ”mikä on sopivin paikka supermarket-ketjun uudelle liikkeelle?” tai ”mitä vaikutuksia tällä suunnitelmalla – tai sen vaihtoehdolla – on ympäröivään alueeseen?” (Kraak & Ormeling 1996, s. 1)

Kuvaruutukartan etuina paperikarttaan verrattuna ovat mahdollisuus kohteen hakuun, kartalla liikkumiseen eli panorointiin ja zoomaaminen, haluttujen ”karttakerrosten” päällekkäisnäyttöön, hyperlinkkien toiminnallisuuteen ja integroituihin multimediaosiin

kuten äänen, kuvaan, videoon ja animaatioon (van Elzakker, 1996a). Haittapuolina puolestaan kuvaruutukartan mukaan ottaminen ja kartan käsittely kuten taittaminen, ympäri kääntäminen, sille piirtäminen ovat hankalasti toteutettavia ja kuvaruudun koko on rajallisen pieni. Myös erotuskyky eli resoluutio ja värien tarkkuus ovat kuvaruudulla paperikarttaa heikompia (van Elzakker, 1996b).

Perinteisen paperikartan tärkeimpien kohteiden tulisi herättää ensimmäisenä käyttäjän huomion. Interaktiivisella kartalla tulisi tämän lisäksi pystyä erottamaan interaktiiviset kohteet – eli kohteet, joiden klikkaaminen saa aikaan jonkin toiminnon – staattisista kohteista. Karttatiedosta voidaankin erottaa kolme eri tasoa: tärkein informaatio muodostuu kartan pääteemasta ja interaktiivisista kohteista kuten niin sanotuista kuumista pisteistä eli klikattavista linkeistä, lisätiedon saamisesta viemällä hiiren osoitin kohteen päälle sekä klikattavista symboleista. Toinen taso sisältää pohjakartat, ponnahdusmenut, videot, äänet, taulukot ja muut pääteemaa tukevat lisätiedot. Kolmas informaatiotaso käsittää tukitiedon, joka ei suoranaisesti liity pääteemaan eli muun muassa legendan, koordinaattiruudun, kuvitukset ja tilastokuviot. (Brown, Emmer, van den Worm 2001, s. 65)

2.3. Perustoiminnot

Karttakäyttöliittymän perustoimintoja ovat kartalla navigointi pituus-, leveys- ja syvyys suunnassa, kartan kohteiden haku sekä niiden tunnistaminen.

Navigointi syvyys suunnassa mahdollistaa sekä kokonaiskuvan saamisen koko tarkasteltavalta alueelta että pienemmän alueen yksityiskohtaisemman tarkastelun. Toimintoa tarkoittamaan on vakiintunut englannin kielestä peräisin oleva termi zoomaaminen ulos- ja sisään päin eli kauemmas ja lähemmäs. Zoomaaminen voi olla staattista portaattonta, staattista portaittaista tai dynaamista (van den Worm 2001, s. 92-93). Staattisessa portaattomassa kuvaa zoomataan, mutta kartan sisältö säilyy ennallaan. Staattisessa portaittaisessa jokaisesta alueesta on saatavilla eri mittakaavojen karttoja, joista sovellus valitsee käyttäjän zoomaustasoa kulloinkin vastaavan. Dynaamisessa zoomauksessa tietokannasta haetaan sitä enemmän karttasisältöä, mitä suurempi mittakaava on.

Navigointi pituus- ja leveyssuunnassa säilyttää mittakaavan samana, mutta karttaikkunassa tarkasteltava alue siirtyy. Tavanomaisimpia toteutustapoja ovat panorointi, jossa siirrytään tyypillisesti alueen koon verran valittuun ilmansuuntaan, sekä keskistys, jolloin valittu kuvaruudun piste siirtyy kartan keskelle. Panorointi on nopeampi, kätevämpi ja havainnollisempi tapa liikkua, keskistyksen avulla taas saadaan mielenkiintoisin kohde karttanäkymän keskelle. Navigoinnin apuna voidaan käyttää toista, mittakaavaltaan pienempää karttanäkymää osoittamaan suurpiirteinen sijainti.

Usein käyttäjä voi myös syöttää koordinaatit, joita vastaavaa sijaintia karttaikkuna siirtyy näyttämään.

Kartan kohteiden haku tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että käyttäjä syöttää kohteen nimen, osoitteen tai muun tallennetun ominaisuustiedon, jota vastaava kohde haetaan karttanäkymään. Jos hakukriteerit täyttäviä kohteita on enemmän, voi tulos olla karttanäkymä suurimmassa sellaisessa mittakaavassa, jossa kaikki kohteet näkyvät, tai kohteiden listamuotoinen esitys, josta käyttäjä voi valita kiinnostavimman kohteen kartalla näytettäväksi.

Kohteiden tunnistaminen käyttöliittymän toimintona on tarpeen silloin, kun kohdetta esittävä symboli ei riittävän yksiselitteisesti havainnollista kohteen luonnetta. Symbolin muoto, väri ja koko voivat parhaassa tapauksessa kuvata kukin yhden ominaisuuden arvon, mutta käyttäjän on tällöin opeteltava tulkitsemaan nämä kuvaustavat esimerkiksi legendan avulla. Tunnistaminen voidaan määrittää toimimaan siten, että käyttäjän vietyä hiiren kursori kohteen päälle kohteen tiedot tulevat näkyviin. Toinen yleinen toteutustapa on tunnistustyökalu, jonka ollessa käytössä käyttäjän klikkaaman kohteen tiedot tulevat näkyville.

Käyttäjälle on usein apua mittakaavan näyttämisestä. Paperikartoilta tuttu mittakaavaviivain auttaa käsittämään karttanäkymällä näkyviä välimatkoja. Niitä voidaan mitata myös mittastyökalulla: käyttäjä syöttää hiirellä alku-, väli- ja päätepisteet ja karttakäyttöliittymä palauttaa kuljetun matkan.

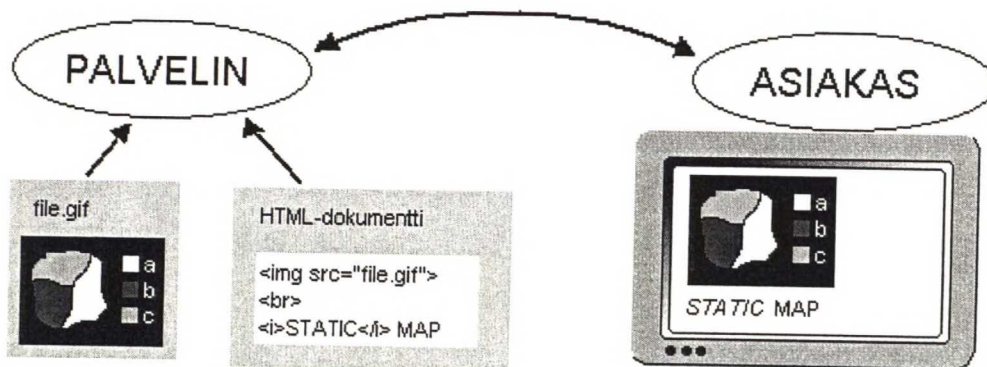
Edistyneempiä karttakäyttöliittymän toimintoja ovat muun muassa osoitteen muuntaminen koordinaateiksi eli geokoodaus, käänteinen geokoodaus, lyhyimmän,

nopeimman tai edullisimman reitin löytäminen sekä erilaiset analyysit, esimerkiksi kohteiden etsiminen annetulta etäisyydeltä toisesta kohteesta.

2.4. Karttakäyttöliittymä Internet-selaimessa

Karttakäyttöliittymiä Internet-selaimeen voidaan toteuttaa ainakin HTML-kuvauskielellä, selainlisäosien avulla, Javalla ja JavaScriptillä sekä palvelinpään CGI-sovelluksilla.

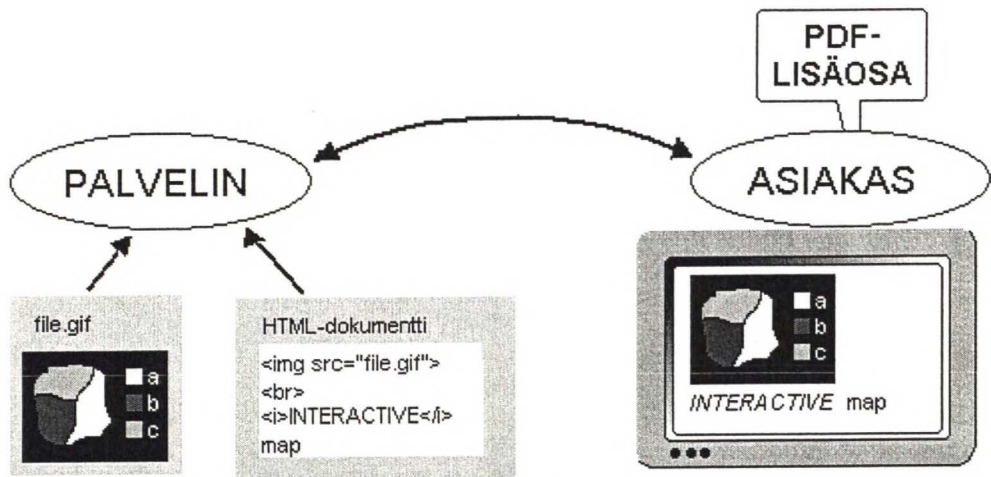
Internet-sivujen kuvauskielen HTML:n avulla voidaan tehdä vain toiminnoiltaan rajoittuneita karttakäyttöliittymiä, sillä jokaista yksinkertaistakin toimintoa varten selaimen on lähetettävä pyyntö palvelimelle ja palvelimen palautettava uusi HTML-sivu. Sivut ovat staattisia, eli niitä ei luoda käyttäjän toimien mukaan vaan ainoastaan valitaan sivujen tekijän tekemien, valmiiden sivujen joukosta. Edellä mainituista perustoiminnoista voidaan jakamalla kartta-aineisto eri mittakaavoihin ja paloihin toteuttaa yksinkertaiset staattinen portaittainen zoomaus, panorointi sekä haku esimerkiksi valmiista vaihtoehtojen listasta. Kartta-aineistojen on oltava GIF- tai JPEG-rasterimuodossa, ja jokainen karttanäkymä on ladattava erikseen.



Kuva 2: Kartan julkaisu Internetissä perus-HTML:n avulla. (Köbben 2001, s. 79, käännetty)

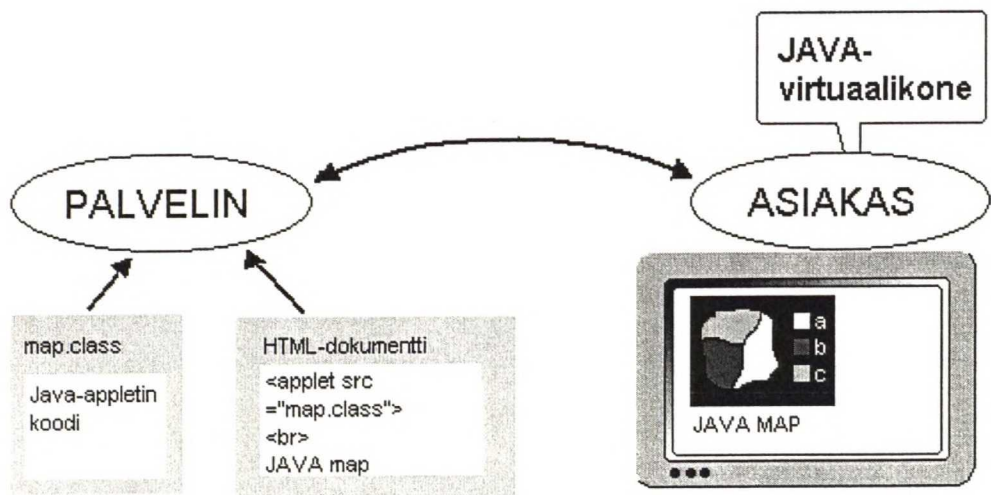
Edellä mainittujen rasterimuotojen lisäksi Internet-selaimet osaavat lukea muita tiedostomuotoja selainlisäosan eli pluginin avulla. Esimerkiksi yleinen Adoben kehittämä Portable Document Format (PDF) –muoto sisältää zoomauksen, panoroinnin ja tekstihaun. Selainlisäosan etuja ovat niiden runsas tarjonta netissä eri formaateissa ja useimmiten ilmaiseksi, haittapuolia puolestaan niiden lataamiseen, asentamiseen ja

usein myös päivittämiseen kuluva aika ja vaiva. Lisäksi pluginit ovat usein tietylle käyttöjärjestelmälle tai jopa selaimelle ohjelmoituja.



Kuva 3: Kartan julkaisu Internetissä PDF-selainlisäosan avulla. (Köbben 2001, s. 80, käännetty)

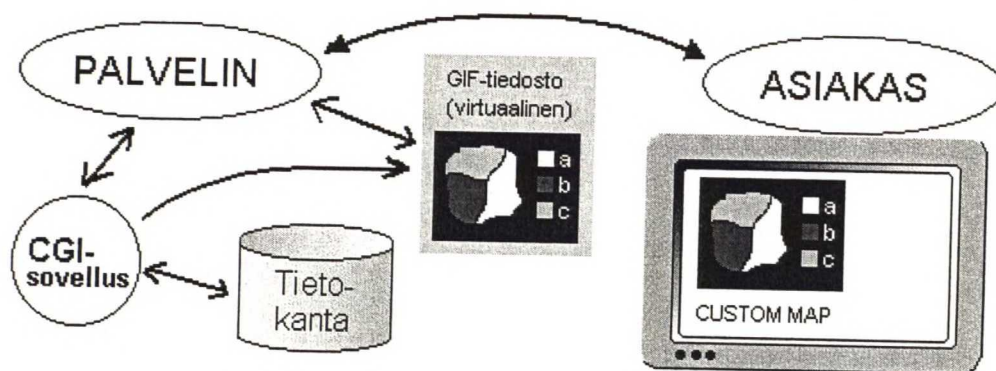
Java-olio-ohjelmointikielellä voidaan tehdä pieniä sovelluksia eli appletteja, jotka toimivat selaimessa ja voivat sisältää selainlisäosan tapaan monipuolisia toiminnallisuuksia, mutta eivät ole riippuvaisia käytetystä alustasta tai käyttöjärjestelmästä. Haittapuolina java-applettien käännetty binäärikoodi on ladattava joka käyttökertaa varten uudestaan. Myös muutamia tietoturva-aukkoja on löytynyt, minkä vuoksi monen yrityksen tietoturvapolitiikka ei salli applettien käyttämistä.



Kuva 4: Kartan julkaisu Internetissä JAVA-appletin avulla. (Köbben 2001, s. 82, käännetty)

Javaa kieliopiltaan muistuttava skriptikieli JavaScript tukee monia Javan perustoimintoja. Koska skripti tulkitaan selaimessa, ei Javan latausviivettä esiinny. JavaScript ei kirjoita käyttäjän kiintolevyille, jolloin tietoturvaongelmiakaan ei yleensä ole. Javan alustariippumattomuuden vuoksi JavaScript:kin toimii käytännössä joka tietokoneella. Moniin perusasioihin, kuten painonappien tilan tutkimiseen perus-HTML on riittämätön, mutta JavaScriptin avulla ne ovat helposti ja nopeasti toteutettavissa.

CGI-ratkaisussa (Common Gateway Interface) karttakuva luodaan palvelinpäässä käyttäjän toimien määrittelemien parametrien kuten koordinaattien, mittakaavan ja tietosisällön mukaan, kun käyttämällä selainlisäosaa, Java-applettia tai JavaScriptiä toiminnallisuus on sijainnut asiakaspäässä. Tällaista ratkaisua kutsutaan thin clientiksi, vastakohtana thick client. CGI-ratkaisussa karttakuva näkyy käyttäjälle tavallisena rasterikuvana HTML-sivulla, vaikka sen luomiseen olisikin palvelinpäässä käytetty vektoriaineistoja ja useampia aineistoja päällekkäin. WWW-sovellusta voidaan tällöin käyttää millä tahansa alustalla ja käyttöjärjestelmällä, ilman lisäosien asentamista tai Java-appletin lataamista. Haittapuolena on palvelinkuorma, joka suurilla käyttäjämäärillä saattaa aiheuttaa käytön hidastumista esimerkiksi tuhannen käyttäjän päivittäessä tietokantaa yhtäkaaisesti.



Kuva 5: Kartan julkaisu Internetissä CGI-palvelinsovelluksen avulla. (Köbben 2001, s. 83, käännetty)

Edellä lueteltuja ratkaisuja voidaan yhdistää, ja hoitaa erilaiset tehtävät eri tavoin. Esimerkiksi JavaScriptin avulla voidaan käyttäjän klikatessa karttakuva tarkistaa, mikä työkalunäppäin on valittu, ja sen mukaan lähettää CGI:n kautta palvelimelle pyyntö zoomata tai panoroida karttaa tai hakea jokin kohde näkyviin. (Köbben 2001, s. 78-85)

3. Unibasen tietojärjestelmien nykytila

3.1. Yleistä

Useissa Unibasen prosesseissa käytetään karttoja. Aluepäälliköt saavat asiakkailta ja yhteistyökumppaneilta erilaisia karttaesityksiä, joiden avulla nämä ilmaisevat toiveitaan ja suunnitelmiaan. Karttojen tuottamiseen aluepäälliköt puolestaan käyttävät useita eri järjestelmiä, mikä aiheuttaa ongelmia.

Tyypillistä on, että asiakas kertoo tietyn paikan nimen ja on kiinnostunut pystyttämään antennoja kyseisellä alueella sijaitseviin Unibasen mastoihin. Tällöin aluepäällikkö saattaa käyttää yhtä paikkatietojärjestelmää löytääkseen asiakkaan tarkoittaman alueen, toista näyttämään sillä sijaitsevat tukiasemat ja kolmatta etsimään näistä vapaata tilaa. Usean eri järjestelmän välillä sukkuloimisen lisäksi prosessia hidastaa ja vaikeuttaa esimerkiksi se, että asiakas ja eri järjestelmät voivat käyttää samasta alueesta eri nimiä.

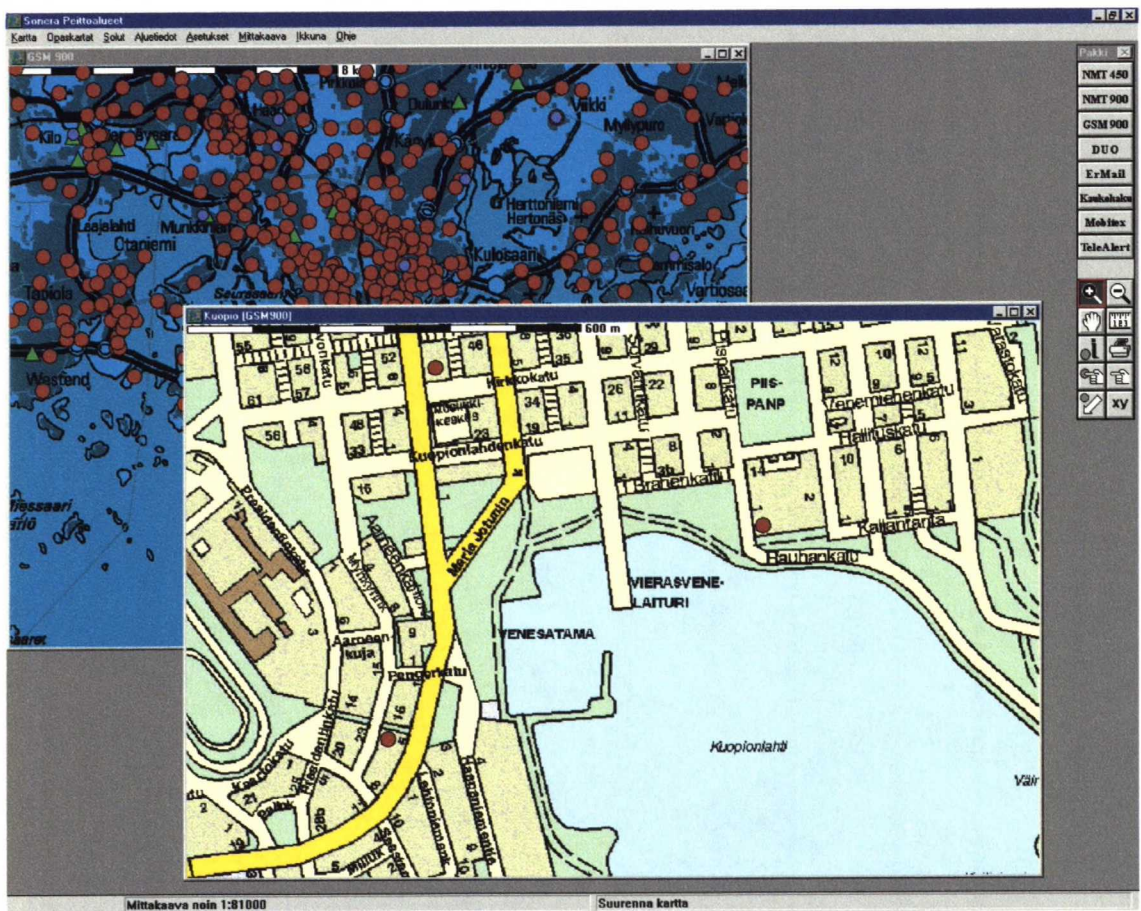
Nykytilanteessa käytettäviä järjestelmiä ovat Soneran kehittämät solu- ja tukiasematietojen graafinen näyttösovellus Peto++ sekä MASA-mastorekisterisovellus, Maanmittauslaitoksen web-karttapalvelu Karttapaiikka sekä Unibasen uusi REPE-laitetilarekisteri.

3.2. *Solu- ja tukiasematietojen graafinen näyttösovellus Peto++*

Peto++ on Sonera MNF:n ja Karttakeskuksen kehittämä solu- ja tukiasematietojen graafinen näyttösovellus, jonka käyttäjiä ovat mm. Soneran Tekninen asiakaspalvelu TAP, Asiakaspalvelu ASP, Hallintakeskukset, Solukkosuunnittelu ja järjestelmäasiantuntijat. Sovelluksella on noin 180 käyttäjää, päivittäisiä noin 100.

Peto++:n päätoiminnot ovat vapaa liikkuminen (zoomaus lähemmäs ja kauemmas, panorointi) kartoilla, solujen haku ja solutietojen katselu, visiointi eli tulevien solujen suunnittelu karttapohjalla sekä tulosteet. Taustakartta-aineistona Peto++ käyttää 1:1 600 000 Tiestön yleiskarttaa, 1:200 000 GT-rasterikarttaa sekä 1:20 000

opaskarttoja 24 suurimmalta tai muuten solujen kannalta merkittävimmästä kaupungista. (Telecom Finland 1997)



Kuva 6: Peto++-sovelluksen käyttöliittymä (tukiasemien paikat muutettu)

Tyypillisimmässä käyttötilanteessa asiakas soittaa Unibaselle tietty tukiasema mielessään ja haluaisi tietää, onko tukiasematilassa vapaata laitetilaa. Hän saattaa haluta myös laitetilaa mastosta tietyltä korkeudelta. Tarkoittamansa tukiaseman sijainnin hän kuvailee tyypillisesti paikkakunnan nimen avulla.

Mikäli aluepäälikkö tietää paikkakunnan suurpiirteisen sijainnin, hän voi zoomata Suomen kartalta tarkemmin tälle alueelle. Muussa tapauksessa hän yrittää löytää paikan nimistöhaun perusteella. Käytössä oleva nimistöaineisto on kuitenkin melko suppea, noin 1300 nimeä, ja sisältää vain kaupungit ja suurimmat paikkakunnat, joten asiakkaalta joudutaan usein pyytämään lisätietoja.

Alueen löydyttyä aluepäälikkö valitsee valikosta haluamansa matkapuhelinverkon, jonka solut tulevat karttapohjalle näkyviin. Olemassa olevat solut on merkitty punaisella

pallolla, suunnitteilla olevat vihreällä kolmiolla. Aluepäällikkö käy ne läpi yksi kerrallaan tunnistus- eli identify-työkalulla, jolla saadaan ominaisuustiedot kuten nimi näkyviin. Asiakkaalta varmistetaan, oliko tämä haettu tukiasema, ja sen löytyessä tarkemmat tiedot haetaan toisesta sovelluksesta.

Peto++:aa käytetään myös tuottamaan paperikarttoja, jotka esittävät senhetkistä Unibasen tukiasemien peittoa. Tällainen karttaesitys tarvitaan esimerkiksi uuden tukiaseman rakennuslupahakemuksen liitteeksi.

Kun aluepäälliköllä on selkeä kuva alueesta, hän voi alkaa etsiä tarkempia tietoja alueella olevista vapaista tukiasemista MASA-mastorekisterisovelluksen avulla. Tämä on hieman hankalaa, sillä alueen tukiasemat eivät välttämättä käytä samaa paikannimeä. Koko prosessille olisi suuri apu, jos tukiasemat voitaisiin näyttää samassa karttaesityksessä, jota käytetään löytämään asiakkaan tarkoittama alue. (Haastattelu: Peto++, 2001)

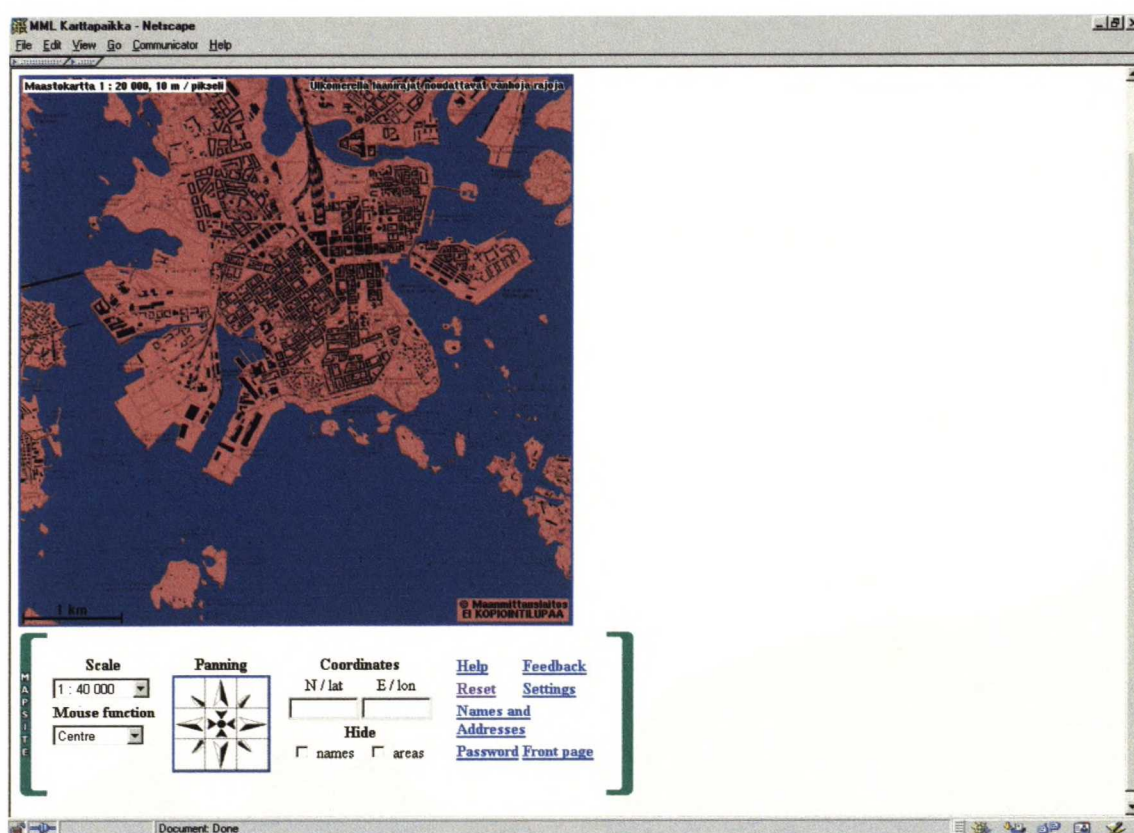
3.3. *MASA-mastorekisterisovellus*

MASA-sovellus on tammikuussa 1998 Soneran verkkotuotannossa, Unibasella ja Primatelilla käyttöönotettu masto- ja antennitietojen rekisteri. Se on kehitetty Sonerassa ja sillä on noin 250 käyttäjää.

Tärkein MASA:sta tarkistettava tieto on vapaan tilan löytäminen mastosta tietyltä korkeudelta. Muut tavallisimmat tehtävät ovat uuden maston tai antennipaikan luominen, muutoksen tekeminen olemassa olevaan mastoon/antennipaikkaan, komponenttien lisääminen mastopaikkaan, mastopaikan tai komponenttien poistaminen sekä komponenttivarauksen luominen ja poistaminen. Unibasen uusissa sovelluksissa voitaisiin hyvin käyttää hyväksi MASA:n mastotietokantaa.

Kartta-aineistot perustuvat Maanmittauslaitoksen rasterimuotoisiin numeerisiin aineistoihin, tarkimmat kartat (1:50 000, 1:20 000 ja 1:8 000) peruskarttaan 1:20 000 ja maastokarttaan 1:20 000. Aineistot kattavat koko maan ja niitä päivitetään 5-10 vuoden välein. Tällä hetkellä Karttapaikassa on vuoden 1997 tilanne. Aineistoja ja toimintoja on kuitenkin tarkoitus uusia vuoden 2002 aikana.

Pienimittakaavaisista kartoista 1:800 000 kartta perustuu 1:1 milj. tietokantaan ja 1:400 000 ja 1:200 000 kartat 1:500 000 tietokantaan, joita päivitetään vuoden välein. (Maanmittauslaitos, 2001a)



Kuva 8: Karttapaikan käyttöliittymä. Pohjakartta (C) Maanmittauslaitos lupanro 92/MYY/02

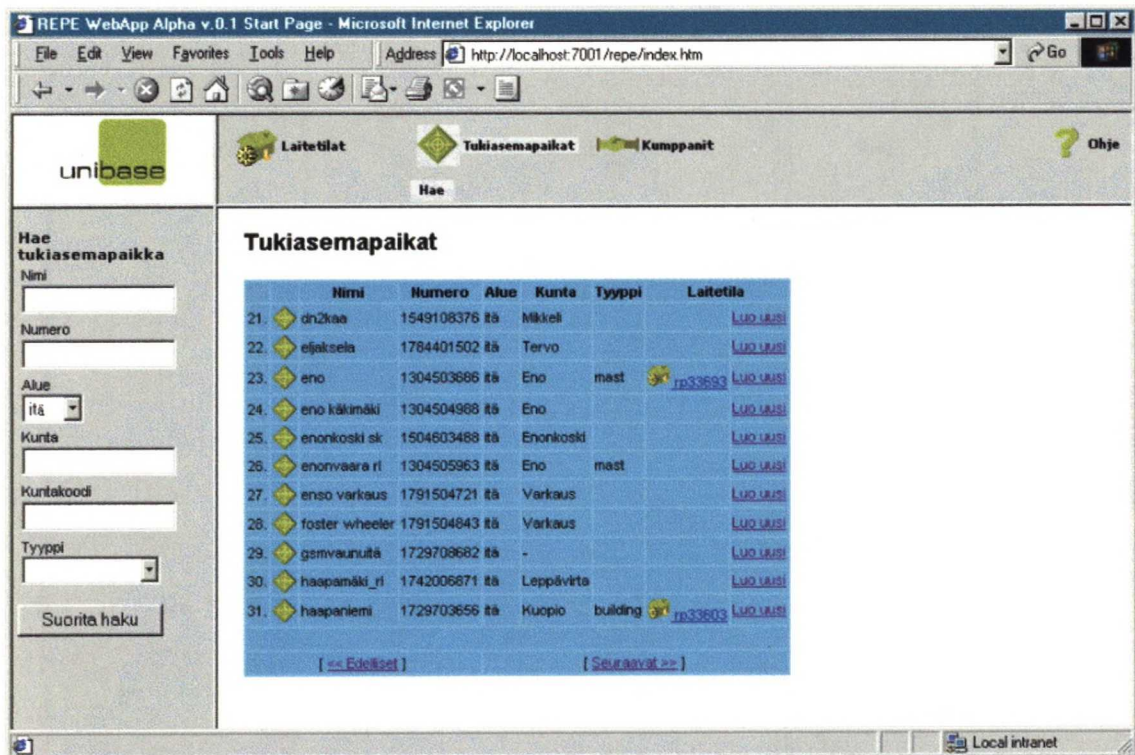
Unibasen aluepäällikkö käyttää Karttapaikkaa tyypillisesti silloin, kun hänen tarvitsee löytää tukiaseman sijainti osoitteen, koordinaattien tai paikannimen mukaan. Vaikka Karttapaikka on tähän näppärä työväline, ei Unibasen kohteiden yksityiskohtaisista tiedoista muissa järjestelmissä voida muodostaa linkkiä Karttapaikan karttoihin tai toisin päin.

3.5. *REPE (Register of Equipment PrEmises)*

Vielä vähän aikaa sitten Unibasella ei ollut käytössä laitetilarekisteriä, vaan kukin aluepäällikkö hallinnoi alaisuuteensa kuuluvia laitetoiloja omalla tavallaan. Laitetoikkoja vuokrattaessa vapaiden paikkojen määrän selvitys vaati yleensä käyntiä paikan päällä, mikä oli aikaa vievää ja kallista.

Vuonna 2001 Unibase alkoi kehittää laitetilarekisteriä, johon tulisi tiedot kaikista laitetoiloista ja yksittäisistä laitoipaikoista, jotka UB omistaa tai on vuokrannut. Tavoitteena on ollut, että paikan päällä ei tarvitse käydä tarkastamassa tilannetta, vaan se voidaan nähdä järjestelmästä. Laitetilarekisterillä hallitaan laitetoiloja ja niihin kuuluvia laitoipaikkoja. Se on myynnin apuväline vuokrattaessa laitoipaikkoja ja laitetoiloja asiakkaille sekä sisäänvuokrattaessa Unibaselle näitä kohteita. Sovelluksella on n. 30 käyttäjää, jotka ovat Unibasen omaa henkilökuntaa. (Aho 2001, s. 8)

Laitetilarekisteri-sovelluksen nimi on REPE (Register of Equipment PrEmises) ja siitä on tätä diplomityötä kirjoitettaessa tuotannossa versio 1.1. Tämä versio ei vielä sisällä karttakäyttöliittymää, mutta se on tarkoitus sisällyttää tulevaan tuotantoversioon alkuvuonna 2002.



Kuva 9: REPE:n käyttöliittymä, tässä vielä ilman karttakäyttöliittymää. Oikeaan reunaan tulisi uusi sarake, jossa on valintaruutu, ja alariviin toiminto ”näytä valitut kartalla”.

3.6. Tehty karttakäyttöliittymän demo

EDS Finland suunnitteli REPE-laitetilarekisterin kehitystyön yhteydessä siihen karttakäyttöliittymän ja rakensi demon esittelemään sen tuomia etuja ja mahdollisuuksia. Toisaalta demon toivottiin poikivan sen käyttäjiltä parempia käyttäjävaatimuksia kuin pelkkä suunnitelma paperilla tekisi.

Demo sisälsi seuraavat toiminnot:

- **Kohteiden näyttäminen kartalla koordinaattien mukaisessa paikassa**

Kohteet luetaan tietokannasta tiettyjen hakuehtojen perusteella, ja näytetään kartalla. Kartan mittakaava on suurin sellainen, jossa kaikki oliot kuitenkin näkyvät. Taustakartta-aineisto valitaan käytetyn mittakaavan mukaan.

- **Kohteiden näyttäminen kartalla eri ominaisuustietojen mukaan**

Kohteet kuvataan kartalla tietyllä pistemäisellä symbolilla, tietyn kokoisena ja/tai värisenä. Symboli, sen koko ja väri riippuvat kohteen kulloinkin kuvattavaksi määritellyn ominaisuustiedon arvosta.

- **Usean kohteen listan muodostaminen valitsemalla kohteet kartalta**

Käyttäjä voi valita olioita kartalta piirtämällä suorakaiteen olioiden alueelle. Alueen sisällä olevat kohteista muodostetaan listamuotoinen näyttö.

- **Usean kohteen listan näyttäminen kartalla**

Edellä mainitun listamuotoisen näytön kohteiden näyttäminen kartalla siten, että ne erottuvat muista kohteista esimerkiksi värinsä puolesta.

- **Kohteen yksityiskohtaisten tietojen näyttö valitsemalla kohde kartalta**

Käyttäjä klikkaa kohdetta, jolloin sen yksityiskohtaiset tiedot avautuvat käyttöliittymän ikkunaan.

- **Kartan lähentäminen ja loitontaminen eli zoomaaminen kartalle ja kartalta**

Käyttäjä klikkaa karttaa, jota lähennetään tai loitonnetaan tietty määrä siten, että klikattu kohta tulee kartan keskipisteeksi.

- **Kartan lähentäminen määrittelemällä suorakaiteen alue**

Käyttäjä piirtää hiirellä suorakaiteen, jonka alueelle kartta zoomataan.

- **Kartan liikuttaminen haluttuun suuntaan eli panorointi**

Käyttäjä klikkaa karttaa ja raahaa sitä haluttuun suuntaan.

- **Kartan keskistäminen halutun pisteen mukaan**

Käyttäjä klikkaa karttaa, joka siirtyy siten, että klikattu piste on karttanäkymän keskellä.

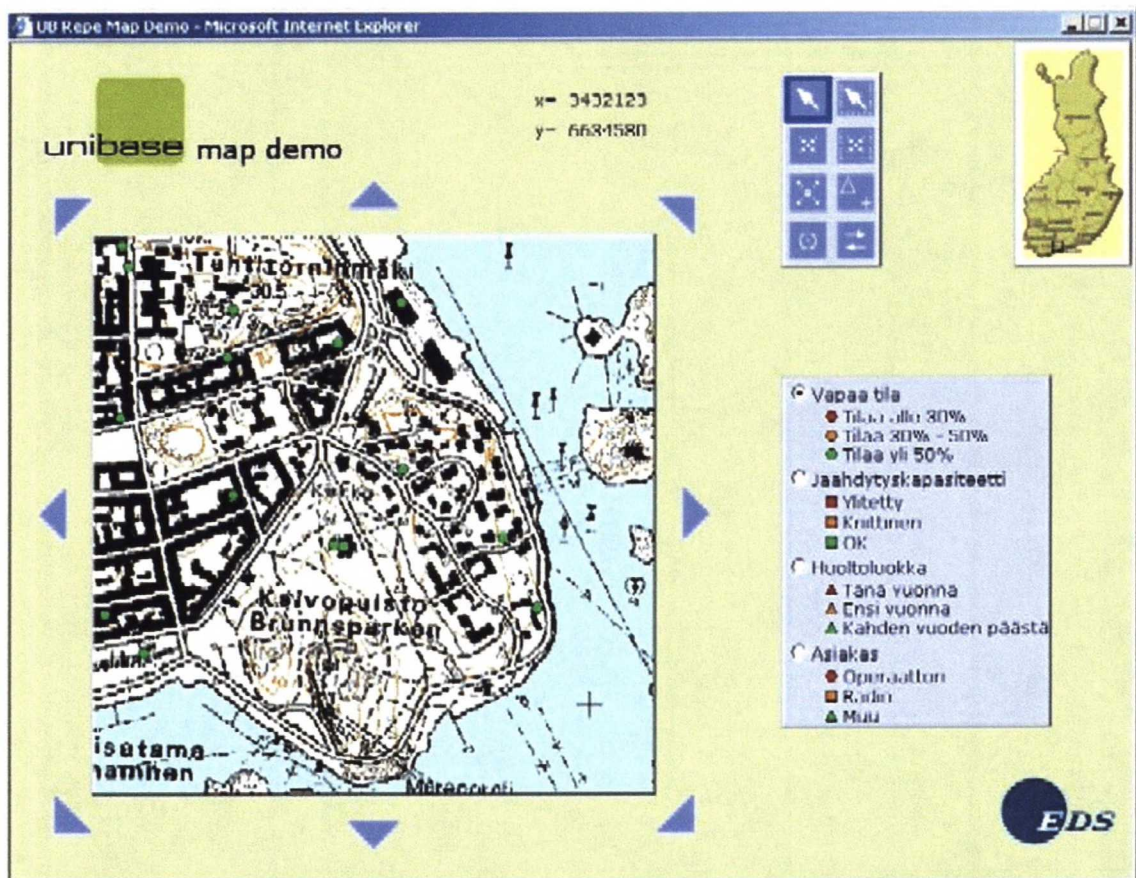
- **Kartan mittakaavan näyttäminen kuvaruudulla**

Kartan ulkopuolella, mutta välittömässä läheisyydessä ilmaistaan kartan senhetkinen mittakaava joko lukemana (1:200 000) tai mieluummin havainnollisempana mittakaavajanana, josta käyttäjä näkee, mikä matka kartalla vastaa matkaa maastossa.

- **Osoittimen koordinaattien näyttäminen kuvaruudulla**

Hiiren osoittimen ollessa karttanäkymän kohdalla näytetään kartan ulkopuolella, mutta sen välittömässä läheisyydessä osoittimen sijaintia vastaavat maastokoordinaatit.

(Heikkilä 2001a, s. 6-7)



Kuva 10: Karttakäyttöliittymän demo.

4. Käyttäjätarpeiden määrittäminen

Karttakäyttöliittymää hyödyntävillä sovelluksilla on noin 30 käyttäjää, jotka ovat Unibasen omaa henkilökuntaa. Lisäksi on suunniteltu, että myös joidenkin yhteistyökumppaneiden ja asiakkaiden olisi mahdollista käyttää karttakäyttöliittymää.

Eri käyttäjillä on erilaisia tarpeita kartan toiminnallisuudelle. Seuraavassa on vapaamuotoisten haastattelujen perusteella kuvattu Unibasen neljän käyttäjäryhmän sekä yhteistyökumppaneiden ja asiakkaiden eri tarpeita ja käyttötapoja karttakäyttöliittymälle. Käyttäjäryhmät ja niiden pääasialliset karttakäyttöliittymään liittyvät tehtävät ovat:

- Myynti
 - vapaan tilan etsiminen mastoista ja laitetiloista asiakkaalle
 - laitetietojen päivittäminen sopimusten teon yhteydessä
 - mainonta, markkinointi, budjetit ja ennusteet
- Tuotanto
 - asiakkaiden toiveiden välittäminen sijainninsuunnittelijoille
 - tarkistaminen, ettei suunniteltu tukiasema sijaitse suojelualueella
 - rakenteilla olevan tukiaseman rakennustyön tilanteen tarkkailu
 - tietojen päivittäminen tietokantaan
- Ylläpito
 - tukiasemien ylläpitotarpeen seuranta
 - tukiasematietojen ja kulkuohjeiden antaminen
 - tukiasemien vaikutukset muihin tukiasemiin (esimerkiksi sähkön toimittaminen)
- Tuki
 - kulku- ja muiden ohjeiden antaminen tukiasemilla vieraileville
 - työjärjestyksen määrittäminen (esimerkiksi optimaalinen käyntijärjestys)
 - tukiasema-avun antaminen, helpdesk-toiminta
- Sijainninsuunnittelijat
 - uusien tukiasemapaikkojen etsiminen ja niiden lisääminen tietokantaan
- Rakennuttajat
 - tukiasemien rakennustyöt
- Muut yhteistyökumppanit ja asiakkaat
 - tukiasemien, joilla on omia laitteita, sijainnin ja vapaan tilan tutkiminen
 - toiveet uusien tukiasemien paikoiksi

4.1. *Myynti*

Myyntiryhmä etsii vapaata tilaa mastoista ja laitetoista vuokrattaviksi asiakkaille, esimerkiksi matkapuhelinoperaattoreille ja paikallisradioille. Sopimusten teon yhteydessä myyntiryhmä päivittää laitetietoja määrittelemällä laitepaikat varatuiksi, varauksen omistajan sekä asennettavien laitteiden tyypit. Tavallista suurempien, esimerkiksi valtakunnallisten sopimusten lisäksi myyntiryhmä huolehtii mainonnasta ja markkinoinnista sekä laatii budjetit ja ennusteet.

Tyypillinen asiakas tahtoo tietää, missä Unibasella on vapaata masto- ja laitepaikkatilaa sekä missä asiakkaan omat tilat sijaitsevat tietyllä alueella. Tämän alueen asiakas usein kuvailee itselleen tutuimmalla, joskus suurpiirteiselläkin paikannimellä, joten hakutoiminto kunnollisesta nimistöaineistosta on tarpeen. Etenkin kaupunkialueilla, jossa tukiasemia on tiheässä, asiakkaan tarkoittamalle alueelle tulee päästä myös osoitteen avulla. Alueen löytäminen koordinaattien avulla on harvinaista, mutta sekin on tarpeellinen toiminto, jos esimerkiksi halutaan tarkistaa koordinaateiltaan tunnetun tukiaseman sijainti kartalla.

Kysely vapaasta mastotilasta tietyllä korkeudella ja vapaista laitepaikoista maston laitetilassa voidaan tehdä karttakäyttöliittymää käyttävässä sovelluksessa, joten haun tuloksena saatu lista tukiasemista olisi hyvä voida nähdä karttanäkymänä. Kartalla näkyvät symbolit voisivat kuvata käyttäjän haluamia ja määrittelemiä ominaisuustietoja, kuten edellä mainittuja vapaiden tilojen määriä.

Mastojen vapaan tilan määrittäminen on vaikeaa, sillä vaikka tilaa olisikin, sitä ei välttämättä saada hyödynnettyä, jos esimerkiksi masto ei kestä lisäantennien aiheuttamaa tuulikuormaa. Asiantuntijat laskevat tällä hetkellä, onko mahdollista tehdä ylimääräisiä asennuksia ja tieto tästä tallennetaan mastotietoihin. Useimpien käyttäjien kannalta olisi tärkeää nähdä yksinkertaisesti, onko vapaata tilaa vai ei. Toisaalta kiinnostuneiden on hyvä saada tarvittaessa tietää, riippuuko vapaan tilan puute juuri maston kuormituksesta.

Vapaiden ja asiakkaan käytössä jo olevien masto- ja laitepaikkatilojen lisäksi käyttäjien pitäisi voida nähdä mahdolliset varaukset eli keskeneräiset sopimukset. Nykyisten

lukuisten järjestelmien toiminnallisuuden yhdistäminen yhdeksi käyttöliittymäksi säästäisi myyntiryhmältä huomattavasti aikaa ja vaivaa.

Asiakkaille lähetetään säännöllisin väliajoin lasku. Karttakäyttöliittymän avulla laskun liitteeksi voisi tulostaa karttanäkymän, joka vahvistaisi asiakkaalle hänen käyttämänsä tukiasemat. Liitteessä voisi olla myös CAD-piirustukset käytössä olevista laitetoista. Asiakkaalle sopivia tukiasemia kuvaava karttaesitys mahdollistaisi myös kohdennetun markkinoinnin asiakkaalle.

Kartan avulla voidaan myös päivittää tietokannan tietoja. Tällöin tukiasema valitaan kartalta, mikä tuo sen yksityiskohtaisemmat tiedot näkyviin lomakemuotoon. Tiedot voidaan tällöin helposti päivittää. Vaihtoehtona on tietojen päivittäminen CAD-piirustusten avulla. Tällöin käyttäjä valitsee laitepaikan ja varaa sen asiakkaalle, mikä voidaan tehdä jo tarjousta tai varsinaista käyttöä varten. Varaus on syytä tehdä aina sekä mastolle että laitetilalle. Tarjous on voimassa tietyn ajan, minkä jälkeen varaus automaattisesti purkautuu. Kun aika on umpeutumassa eikä asiakas ole vastannut tarjoukseen, ilmoitetaan tästä hänelle automaattisesti esimerkiksi sähköpostilla. (Haastattelu: Aluepäällikkö 2001)

4.2. *Tuotanto*

Tuotantoryhmä huolehtii uusien tukiasemien tuottamisesta. Asiakkailta se saa toiveita alueista, joille he kaipaavat uusia tukiasemia ja nämä toiveet ovat usein erilaisina paperikarttoina, joille on tehty omia merkintöjä. Tuotanto toimittaa nämä kartat sijainninsuunnittelijoille; yhteistyökumppaneille, jotka etsivät sopivia paikkoja uusille tukiasemille. Sopivan paikan löydyttyä siitä tarvitaan vielä selkeä kartta muun muassa investointibudjetin laatijoita varten sekä rakennusluvan liitteeksi.

Karttakäyttöliittymä, johon myös valituilla yhteistyökumppaneilla ja asiakkailta olisi pääsy, yksinkertaistaisi, nopeuttaisi ja helpottaisi tätä prosessia: Asiakas voisi karttakäyttöliittymän avulla ilmaista aluetoiveensa, jotka tallentuisivat tietokantaan. Toiveet olisivat sijainninsuunnittelijoiden nähtävissä saman tien ja tuotantoryhmän olisi helppo tulostaa karttanäkymä uuden tukiaseman paikasta.

Asiakkaiden lisäksi myös Unibasen käyttäjien on voitava lisätä potentiaalisia uusia tukiasemien paikkoja. Käyttäjäksi tietokantaan merkitään tällöin Unibase, ja aivan kuten asiakkaidenkin tapauksessa nämä tukiasemat näkyvät karttanäkymässä omalla symbolillaan tai värillään.

Yksi ensimmäisistä vaiheista uutta tukiasemaa rakennettaessa voisi olla karttakäyttöliittymisen tarkistamaan, onko tukiasema suojelualueella. Tämä toiminto voisi tarkistaa, onko haluttu sijainti suojeltavan alueen sisällä, jolloin suunnitteluprosessia turhaan ei jatkettaisi. Toiminto edellyttää kuitenkin tiedonhankintaa suojelualueista.

Nykytilanteessa kaikki tukiaseman tuotantoprosessia koskeva tieto välitetään yhteistyökumppanilta toiselle, mikä ei ole kovin kätevää tai nopeaa. Melko yleistä kuitenkin on, että sama kumppani arvioi uuden tukiaseman paikan ja myös vastaa rakentamisesta. Tällöin ongelmaa ei ole, sillä ainoalla osapuolella on kaikki tarvittavat tiedot. Jatkossa voisi kuitenkin olla hyvä kerätä tieto yhteen tietokantaan, jolloin olisi ongelmatonta jakaa sama tieto useammalle osapuolelle, mikäli osatyötkin ovat jakautuneet näin.

Karttakäyttöliittymää voitaisiin käyttää tarkkailemaan rakenteilla olevan tukiaseman kehittymistä. Rakennusprosessi sisältää eri vaiheita, jotka saadaan selville TAPA-tukiasemapaikkarekisteristä ja jotka voisi ilmaista kartalla esimerkiksi symbolein. Rakennustyön vaiheet voisi kuitenkin näyttää myös asiakkaille, jotta he voivat aloittaa uusien tukiasemien suunnittelun. Tietokannan on siis oltava tässä yksi ja sama, jotta kaikilla osapuolilla on sama oikea tieto.

Tukiaseman laitetila ja antenni sijaitsevat toisistaan erillään, mutta yksinkertaisuuden vuoksi tietokantaan saatetaan tallentaa vain yhdet koordinaatit. Turvallisuusmääräysten mukaan laitteiden kuitenkin on oltava tietyllä etäisyydellä mastoon asennetuista laitteistoista, mikä voitaisiin tarkistaa käyttämällä hyväksi CAD-piirustuksia. Ne voidaan asettaa omaan koordinaatistoonsa, jolloin laitteiden väliset etäisyydet voidaan mitata ja tarkistaa, täyttyvätkö turvallisuusmääräysten vaatimukset.

Kokonaistyötä yleisesti ajatellen olisi tärkeää, että tuotanto voisi päivittää tietoja erityisesti tukiryhmän käyttöön. Tiedon päivittäminen karttakäyttöliittymän avulla tarkoittaa, että karttakäyttöliittymää käytetään tallentamaan tai päivittämään tieto tietokantaan. (Heikkilä 2001a, s. 13-14, Haastattelu: Aluepäällikkö 2001)

4.3. Ylläpito

Ylläpito huolehtii nimensä mukaisesti tukiasemien ylläpidosta. Tavanomaisen ylläpitosyklin lisäksi toisinaan ilmaantuu yllättäviä tarpeita. Nämä molemmat voisi karttanäkymässä ilmaista eri tavoin, esimerkiksi värien, symbolien tai molempien avulla.

Yllättävistä ylläpitotarpeista saadaan tieto usein yhteistyökumppanilta, joka informoi Unibasea ylläpidon tarpeesta. Molempien osapuolien käytössä oleva karttakäyttöliittymä nopeuttaisi ja helpottaisi myös tätä. Ylläpitotarve määritellään joko kiireelliseksi tai sellaiseksi, joka voi odottaa normaalin ylläpitosyklin mukaista vuoroaan, ja tässäkin päätöksenteossa karttakäyttöliittymä auttaisi.

Tukiasemiin tietyllä aikavälillä kohdistuvia vahinkoja on myös tärkeää seurata. Myös tämän voi tallentaa tietokantaan ja näyttää kartalla. Lisäksi lisätietoa kuten “näyttelykelpoinen tukiasema” ja “tarkistuskierros tehty” on hyvä voida tallentaa.

Talvisin tukiasemille johtavat tiet pitää hoitaa. Unibasen ja toisen osapuolen välillä on sopimus tien hoidosta. Nykytilassa tämä ei ole niin kontrolloitua, että sopimuksia voisi optimoida ja siten yksinkertaistaa asioita ja säästää työtä ja rahaa. Yksi lähestymistapa voisi olla visualisoida tukiasemat kartalla siten, että symboli osoittaisi tien hoidosta vastaavan osapuolen. Tästä voisi alkaa talvisen työmäärän optimointi. On myös harkittava, miten usein teitä tulee hoitaa. Osalla tukiasemista vierailee lumiaura, jolloin tietä ei tarvitse enempää hoitaa. Vuokratut tukiasemat ovat ongelma, sillä päätöksentekoon tarvittavaa tietoa ei ole. Nykytilanteessa yhteistyökumppanit hoitavat sopimusten teon.

Ylläpito huolehtii myös tukiasematietojen ja kulkuohjeiden antamisesta tukiasemapaikalle menossa oleville ihmisille. Selkeä ja ajantasainen tieto tukiasemalle

pääsystä säästää aikaa ja tekee työstä mielekkäämpää. Ylläpidon antamien tietojen avulla työntekijät voivat myös optimoida työsuunnitelmansa karttatulosteen ja siinä näkyvän reittiehdotuksen mukaan.

Tukiasemien luokse pääsy eroaa kiinteistökohteiden ja muiden tukiasemien välillä. Kiinteistökohteisiin pääsy saattaa olla estetty tiettyinä vuorokaudenaikoina kuten virka-aikaan, mikä on ylläpidonkin tärkeä tietää. Tieto voitaisiin tallentaa ylimääräiseen tauluun ja visualisoida karttanäkymässä esimerkiksi symbolilla. Joissain tukiasemissa tiettyjä toimintoja tulee kytkeä pois, jotta ylläpitohenkilökunta ei altistu säteilylle vieraillessaan tukiasemalla.

Ylläpitoryhmä on kiinnostunut myös tukiasemien vaikutuksista muihin tukiasemiin. Nämä niin sanotut liitetyt tukiasemat vastaavat esimerkiksi sähkön toimittamisesta useammalle tukiasemalle, jolloin sähkön katkaiseminen yhdeltä estääkin toiminnan useammalta tukiasemalta. Tämäkin on mahdollista visualisoida kartalla esimerkiksi siten, että kun tukiasema on karttakäyttöliittymässä valittu, tietty toiminto näyttäisi kaikki tukiasemat, joille tämä välittää sähkön. (Heikkilä 2001a, s. 14-15, Haastattelu: Aluepäällikkö 2001)

4.4. *Tuki*

Tukiryhmän työ käsittää paljolti erilaisten ohjeiden antamista tukiasemilla vieraileville yhteistyökumppaneille, jotka haluavat tietää parhaan reitin paikalle sekä kuulla huomioon otettavista erityisistä asioista vieraillessa. Nykytilanteessa nämä tiedot ovat Excel-taulukkomuodossa, josta ne voisi ensin siirtää tietokantaan ja avata sitten pääjärjestelmään. Taulukkoesityksen lisäksi käytettävissä olisi karttanäkymä tukiasemien sijainneista sekä kulkuohjeet niille.

Tukiryhmä voi käyttää karttakäyttöliittymä myös työjärjestyksen määritysprosessiin. Tukityöt ovat aina tiettyyn tukiasemaan ja sen sijaintiin sidottuja, joten lista kaikista töistä voidaan esittää havainnollisesti karttapohjalla edullisimman käyntijärjestyksen ja reitin kanssa. Paikkatietojärjestelmä voisi muistuttaa myös tiettyjen tehtävien tekemisestä sekä hälyttää, mikäli järjestelmään on kytketty antureita tunnistamaan mahdolliset vikatilanteet. Jos kyseessä on vuokrattu tukiasema, on järjestelmästä

nähtävissä vuokraajan yhteystiedot, jolloin voidaan informoida tukiaseman laitteet omistavaa asiakasta.

Tukiasema-helpdesk antaa apua kaikille käyttäjille ympäri maan, ja sen tarve karttakäyttöliittymälle on ehdoton. Helpdeskiltä kysytään kaikkea tukiasemiin liittyvää, mutta useimmiten kysymykseen tai ainakin sitä koskevan tukiaseman selvittämiseen liittyy sen sijaintitieto. Mikäli soittaja ei tiedä asianomaisesta tukiasemasta tarkemmin, luontevin tapa selvittää se sijainnin perusteella. Tällöin helpdesk-käyttäjä voisi ensin siirtyä karttakäyttöliittymän avulla suurpiirteisesti oikealle seudulle asiakkaan kertomuksen mukaan ja sitten etsiä tarkemmin alueen tukiasemia.

Helpdeskiin ottavat yhteyttä myös yksityishenkilöt, jotka raportoivat tukiasemaa kohdanneista vahingoista kuten ilkeivallasta. Esimerkkitapaus voisi olla metsuri ja metsän keskellä sijaitseva tukiasema, jolla ei muuten usein käydä. Nykytilanteessa ulkopuolinen ei voi tunnistaa tukiasemaa muutoin kuin sijainnin perusteella.

Kaikista yhteydenotoista helpdeskiin pidetään kirjaa, ja näitä tietoja voitaisiin myös käyttää karttakäyttöliittymässä. Yksi käyttötilanne voisi olla niiden tukiasemien näyttäminen kartalla, joilla tapahtuu eniten vahinkoja. Myös vahinkotyyppin voisi näyttää.

Helpdesk on nähtävästi yksi käyttäjäryhmistä, joka kipeimmin kaipaa karttakäyttöliittymää. Se auttaisi monissa päivittäisissä rutiineissa. Helpdesk-väki voi muuttaa prosessejaan, tai helpdesk-palvelun toimittaja voidaan kokonaan vaihtaa, mikä tulee ottaa huomioon järjestelmän räätälöinnissä helpdeskin tarpeita varten. Tärkein haaste on järjestelmän käytettävyys. Helpdesk voisikin olla karttakäyttöliittymän ensimmäisen version pilottikäyttäjäryhmä. (Heikkilä 2001a, s. 15-16)

4.5. Sijainninsuunnittelijat

Sijainninsuunnittelijat etsivät sopivia paikkoja uusia tukiasemapaikkoja varten. Tässä työssä karttakäyttöliittymä on elintärkeä, koska suurin osa työstä voidaan tehdä sen avulla sen sijaan, että käsiteltäisiin paperikarttoja tai tehtäisiin työ tukiasemilla.

Olemassaolevat tukiasemat on tärkeä nähdä uusia paikkoja etsiessä. Kun uusi paikka on löydetty, on hyvä, jos sen voi tallentaa tietokantaan myöhempää käyttöä varten.

Hyödyllinen työkalu sijainninsuunnittelijalle olisi mobiililaitte, jonka voi kytkeä Unibasen pääjärjestelmään ja jonka avulla pääsee käsiksi työssään tarvitsemiin tietoihin myös tien päällä. Mobiilikäyttäjille suunnattu palvelu sisältäisi myös kartan käytön, jolloin sijainninsuunnittelija voisi hakea haluamansa sijainnin uusille tukiasemille ja näyttää ne kartalla. Hän voisi myös lisätä tietoa potentiaalisista paikoista, joka tallennettaisiin pää tietokantaan myöhempää käyttöä varten.

Mobiilikäyttäjät eroavat muista Unibasen järjestelmien käyttäjistä oikeastaan vain siinä, että heillä tulee olla mobiiliyhteys järjestelmään. Yhteys voi joko olla langaton online-yhteys, jolloin tiedot päivittyvät järjestelmään heti, kun muutoksia tehdään, tai synkronoitu yhteys, jolloin tiedot päivittyvät järjestelmään, kun mobiili päätelaite kiinnitetään järjestelmään yhteydessä olevaan tietokoneeseen tai vastaavaan. (Heikkilä 2001a, s. 16-17)

4.6. *Rakennuttajat*

Rakennuttajan tarve mobiilikäytölle on hyvin samankaltainen kuin sijainninsuunnittelijoiden. Kartan käyttö on yhä tärkeämmässä osassa, sillä sen avulla rakennuttaja voi navigoida oikealle paikalle.

Rakennuttaja tekee tukiasemista esitutkimuksen, jota voidaan käyttää hyväksi uuden tukiaseman rakentamisessa, ja toimittaa sen edelleen Unibaselle. Asiakkaille ja yhteistyökumppaneille tarjottava karttakäyttöliittymä auttaisi tässäkin prosessissa. Rakennuttajan tulisi kyetä myös päivittämään tiettyjä tietoja esimerkiksi rakennuksen etenemisestä järjestelmään.

Rakennuttajat käyttävät mittakaavan 1:500 karttoja alueista, joille rakentamista suunnitellaan. Karttatieto on niin yksityiskohtaista, että koko Suomen kattava aineisto vaatisi valtavan määrän tietoa. Tätä asiaa täytyy vielä tutkia tarkemmin. (Heikkilä 2001a, s. 17)

4.7. Asiakkaat ja yhteistyökumppanit

Jos asiakas voisi itse tutkia karttakäyttöliittymän kautta mastotietoja, se säästäisi myynti- ja markkinointiosastolta huomattavasti työtä, mutta ennen kaikkea sitoisi asiakkaan vahvemmin sopimukseen ja sen loppuun asti saattamiseen.

Vaatimukset karttakäyttöliittymälle ovat pitkälti samanlaiset sekä Unibasen käyttäjille että asiakkaille. Erona on se, että asiakkaat saavat nähdä vain tiedot omista kohteistaan, Unibasen käyttäjät tietenkin kaiken. Tämä tarkoittaa, että asiakas on tunnistettava ennen pääsyä järjestelmään, ja että tietokannassa on oltava laitteiston kohdalla tieto myös omistajasta eli asiakkaasta.

Asiakas on lähes aina kiinnostunut tietystä alueesta, jonka hän järjestelmän avulla etsii paikannimen tai osoitteen mukaan, koordinaattien mukaan hakeminen lienee harvinaisempaa. Tukiasemien ominaisuustiedoista tärkeimmät hakuehdot ovat vapaa tila mastossa ja laitetilassa, tässä järjestyksessä. Jos muita tärkeitä hakuehtoja ilmenee, on tärkeää, että niiden lisääminen järjestelmään onnistuu.

Asiakas voisi myös päivittää tietoja karttakäyttöliittymän kautta. Hän voisi käyttää Unibasen järjestelmää määritelläkseen sillä paikat, joihin haluaisi uudet tukiasemat rakennettavan. Paikat tallennettaisiin tietokantaan tätä tarkoitusta varten perustettuun tauluun yhdessä aikaleiman ja asiakkaan tietojen kanssa, joita voitaisiin käyttää hyväksi jatkossa uusien tukiasemien rakentamista suunnitellessa. Asiakas näkisi omat toivomuksensa, mutta ei muiden asiakkaiden tekemiä. Paikkatoiveita voisivat myös sijainninsuunnittelijat käyttää hyväkseen.

Unibase voi myös tarjota karttakäyttöliittymäänsä yhteistyökumppaneille käytettäväksi, mikä säästäisi paljon aikaa heihin nykytilanteessa yhteydessä olevilta ylläpito- ja tukiryhmiltä. Myös kumppanit todennäköisesti arvostaisivat tällaista järjestelyä. Tärkeitä tietoja tässä on tukiasemalle asennettujen laitteiden omistaja, paras reitti paikalle, kielletyt reitit ja maaston korkeus. Karttakäyttöliittymää voisi käyttää myös päivittäin töiden muodostaman reitin optimointiin esimerkiksi listaamalla tukiasemat, joilla on käytävä päivän aikana sekä suositeltavin käyntijärjestys. Tähän voisi lisätä karttaesityksen koko reitistä, yksityiskohtaisemmat kartat kustakin tukiasemasta sekä

erikoiset, huomioon otettavat asiat. Nykytilanteessa aluepäällikön vastuulla on tuottaa nämä tiedot kumppaneille.

Tärkeä turvallisuustekijä on myös mahdollisuus tiedottaa tukiasemapaikalla tapahtuvista onnettomuuksista, mikä voidaan tehdä kahdella tavalla. Ensimmäinen ja hieman hitaampi tapa on ottaa yhteys Unibasen helpdeskiin, joka ottaa edelleen yhteyden oikeaan viranomaiseen, toinen tapa on välittää tieto viranomaisille suoraan. Ensimmäisen etuna on se, että helpdesk voi selvittää tukiaseman tarkan sijainnin viranomaisille, kun toisessa tapauksessa yleensä tiedetään vain tukiaseman nimi ja suurpiirteinen sijainti.

Nykytilanteessa tietyt yhteistyökumppanit tuntevat hyvin tietyt tukiasemat ja niiden tiedot, toiset kumppanit taas toiset tukiasemat. Tämä on hieman hankala tilanne, koska kumppanin valintaan esimerkiksi ylläpitotyötä varten ei käytännössä usein ole vaihtoehtoja. Pääjärjestelmään liitetyn karttakäyttöliittymän avulla olisi mahdollista jakaa tiedot useamman kumppanin kesken, ja Unibase voisi pyytää tarjoukset useilta kumppaneilta ylläpitotyön tekemiseksi.

Tietokantaan tallennetun tiedon tarkkuus vaikuttaa koko järjestelmän tuottamiin palveluihin. Jotkut asiakkaat voisivat käyttää Unibasen palveluita, mikäli niiden antama tieto on tarpeeksi tarkkaa. Yksityiskohtaisempia tietoja laitteista tarjoamalla olemassa olevien asiakkaiden useammat käyttäjäryhmät voisivat käyttää järjestelmää. (Heikkilä 2001a, s. 16, Haastattelu: Aluepäällikkö 2001)

5. Karttakäyttöliittymän ainekset

Karttakäyttöliittymän käytännön toteuttamista varten on seuraavassa valittu, tutkittu ja esitelty rasteri- ja vektorimuotoisia kartta-aineistoja sekä aineistoja toimittavia karttapalveluita. Lisäksi on valittu, tutkittu ja esitelty Unibasen muun järjestelmän kanssa yhteensopivia karttakomponenttikirjastoja sekä muun muassa reitityksen ja osoitepaikkannuksen sisältäviä karttapalveluita.

5.1. *Kartta-aineistot*

Kartta-aineistot ovat julkaisulaatuisia tuotteita, joiden tietosisältö on optimoitu näytettäväksi tietyssä mittakaavassa. Yleistys, symbolointi ja muu kartan ulkoasu ovat tarkoitettu tietylle mittakaavalle sekä perinteisissä paperi- että nykyaikaisissa kuvaruutukarttatuotteissa. Pelkkä yksinkertainen karttanäkymän suurennos tai pienennys ei tule kysymykseen, kun halutaan välttää kartan ulkoasun turmeltuminen. Jotta kartta voitaisiin näyttää kaikissa halutuissa mittakaavoissa, on tarpeen luoda mittakaavaryhmiä, jossa jokainen mittakaavaryhmän kartta on optimoitu katseltavaksi kahden eri mittakaavan välillä (Miller 1999, s. 55). Suomen kokoisen alueen esittämiseen sopivat mittakaavat voisivat olla 1:4 milj., 1:500 000, 1:250 000, 1:100 000, 1:50 000 ja lopulta 1:20 000.

WWW-kuvauskielellä HTML:llä voidaan näyttää GIF- ja JPEG-rasterikuvia, selainlisäosan eli pluginin avulla tai Java-appletin kautta myös vektoriaineistoja. Palvelinpään CGI-ratkaisussa voidaan muodostaa palvelimella eri aineistojen perusteella karttakuva, joka lähetetään asiakkaalle HTML-dokumentissa olevana GIF- tai JPEG-rasterimuodossa. Taustakartan lisäksi vektoriaineistoja voidaan käyttää myös analyyseissä, esimerkiksi etsiä tieaineiston pohjalta lyhyin reitti pisteestä toiseen. Rasteriaineistot toimitetaan usein TIFF-formaatissa, jossa tieto kuvan sijainnista on joko kuvatiedoston otsikossa (niin sanottu GeoTIFF) tai erillisenä World File -tiedostona.

Sonera MNF voi toimittaa seuraavat aineistot Unibasen karttakäyttöliittymää varten: 1:1 milj. Suomen kartta, 1:200 000 GT-rasteri, PerusCD-peruskartta 1:20 000, Kaupunkikartat 1:20 000, Nettikartta, Postinumeroalueet ja Kuntarajat. Nämä aineistot

on esitelty jäljempänä. Rasteriaineistojen koordinaattijärjestelmä on KKJ, toimitusformaatti 256-värinen TIFF yhdessä MapInfo tab- tai ESRI tfw-tiedostojen kanssa. Vektoriaineistojen koordinaattijärjestelmä on KKJ, toimitusformaatit MapInfo tab, MapInfo MID/MIF, ESRI Shape, AutoCAD DWG/DXF tai MicroStation DGN.

5.1.1. Rasteriaineistot

Rasterikuva koostuu yksittäisistä kuvaelementeistä eli pikseleistä ja jokaista spatiaalista sijaintia tai resoluutioelementtiä vastaa yksi pikseli, jonka arvo kuvaa ominaisuustiedon kuten värin, korkeuden tai ID-numeron. Rasterikuvia saadaan tyypillisesti optiselta kuvanlukijalta eli skannerilta, digitaalikameralta tai muulta rasterikuvalaitteelta. Kuvan spatiaalinen tarkkuus riippuu laitteen tarkkuudesta ja alkuperäisen kuvalähteen laadusta. Koska rasterikuvalla täytyy olla pikseli jokaista spatiaalista sijaintia kohden, on tarkasti rajattua, kuinka suuren alueen se voi kuvata. Kun kasvatetaan tarkkuutta kaksinkertaiseksi, kasvaa kaksiulotteisen rasterikuvan koko nelinkertaiseksi. Samoin käy, jos suurempi alue kuvataan samalla tarkkuudella. (Geoinformatics 9/2000, s. 28-31)

Vaikka rasterikuvistakin voidaan tehdä analyysejä, niitä yleisimmin käytetään informatiivisina taustakarttoina.

Suomen kartta 1:1 Milj.

Suomen kartta mittakaavassa 1:1 milj. (1 cm kartalla vastaa 10 km luonnossa) soveltuu käytettäväksi valtakunnantasolla esitettävälle teemoille erilaisissa painotöissä käytettäväksi, WWW-käyttöön, kuvaruutukartoiksi tai CD-ROM -tuotteisiin. Karttaa voidaan käyttää sellaisenaan tai siihen voidaan lisätä erityisteemoja. Aineiston luovutusformaattina on TIFF-rasterikuva painetun kartan ulkoasulla. (Genimap, Suomen kartta)

Aineistoa ei enää tueta, vaan sen tilalle Genimap myy Yleistiekartta 1:1,6 milj. – aineistoa, joka on saatavissa sekä rasteri- että vektorimuodossa.

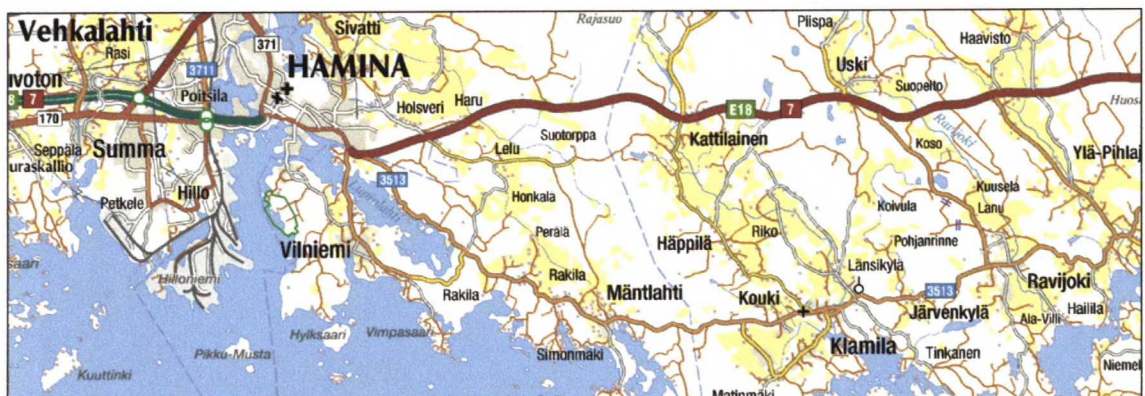


Kuva 11: Ote Suomen kartasta 1:1 milj.. Copyright Genimap Oy

GT-rasteri 1:200 000

GT-Rasteri perustuu GT-tiekartta-aineistoon, jonka mittakaava on 1:200 000 (1 cm kartalla vastaa 2 km luonnossa). Käyttökelpoinen tarkastelumittakaava on noin 1:50 000 - 1:400 000. Koko Suomen kattava aineisto on jaettu pelastuspalveluruudun mukaisesti 80 km x 80 km kokoisiin tiedostoihin, ja vierekkäiset karttalehdet liittyvät saumattomasti toisiinsa. GT-Rasteri on täysin yhteensopiva vektorimuotoisen Suomen Tiestö -aineiston kanssa.

GT-Rasterissa on esitetty kaikki kuvaruutukäyttöä ajatellen oleellinen tietous. Aineiston tietosisältö on suunniteltu vastaamaan paikkatieto-ohjelmistojen käyttäjien tarpeita. Sitä käytetään mm. ajoneuvopaikannuksessa, matkapuhelinverkkojen peittoalueiden kuvaamisessa ja hälytyskeskusten karttasovelluksissa. (Genimap 2001b)



Kuva 12: Ote GT-rasterista 1:200 000. Copyright Genimap Oy

PerusCD-peruskartta 1:20 000

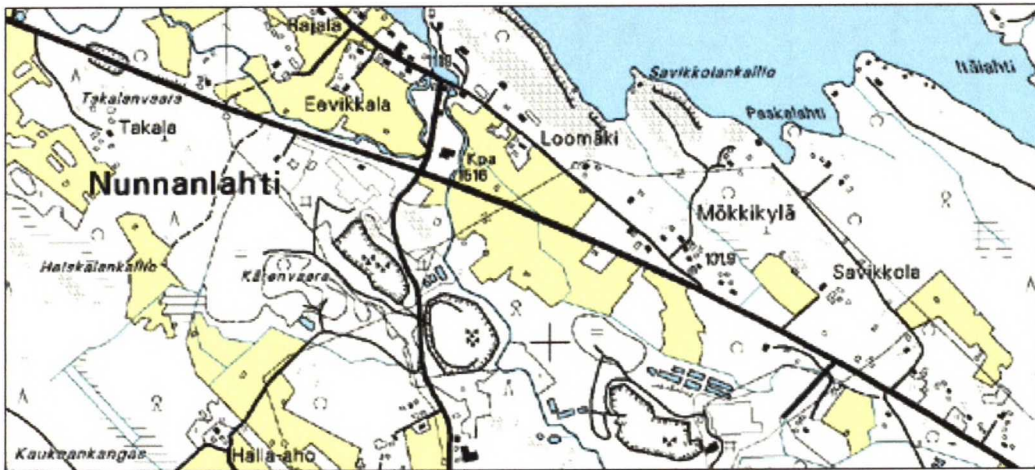
PerusCD sisältää rasterimuotoista peruskarttaa mittakaavassa 1:20 000. Levyt muodostavat lääneittäisiä kokonaisuuksia (vanha läänijako), yhdellä levyllä on noin 300 karttalehteä. PerusCD on kätevä tapa käsitellä suuria peruskartta-aineistoja.

PerusCD sisältää peruskartan eri elementit: pohjakuviot, pellot ja vedet tutulla painetun kartan kuvaustekniikalla esitettynä. Aineisto ei tavallisesti sisällä korkeuskäyriä eikä kiinteistörajoja, mutta Soneran hankkimaan aineistoon ne on saatu mukaan. Karttaelementit on tallennettu eri tiedostoihin, joten käytettävät elementit ja värit voi valita itse. PerusCD:n päivitettyjen karttalehtien kuvaustekniikkaa on sovellettu vastaamaan entistä paremmin näyttöpäätetyöskentelyn vaatimuksia.

Jokaisella tietolevyllä on peruskarttojen lisäksi läänikohtainen lähestymiskartta 1:400 000 ja 1:1 milj. sekä yleissilmäyskartta 1:8 milj. koko Suomesta. Peruskartta on yleisesti käytetty karttapohja erilaisissa suunnittelutehtävissä, mm. alue- ja verkostosuunnittelussa sekä metsätaloudessa. Suunnittelun voi nyt tehdä näytöllä tutun peruskartan päällä.

PerusCD:tä voi käyttää tavallisella CD-ROM -asemalla varustetulla mikrotietokoneella tai se voidaan liittää laajaan atk-järjestelmään. PerusCD:n tiedostot ja tallennustapa ovat standardimuotoisia (ISO 9660). Aineistoa voidaan käyttää kaikilla TIFF-formaattia lukevilla ohjelmistoilla.

Aineisto kattaa koko Suomen. (Maanmittauslaitos, 2001b)



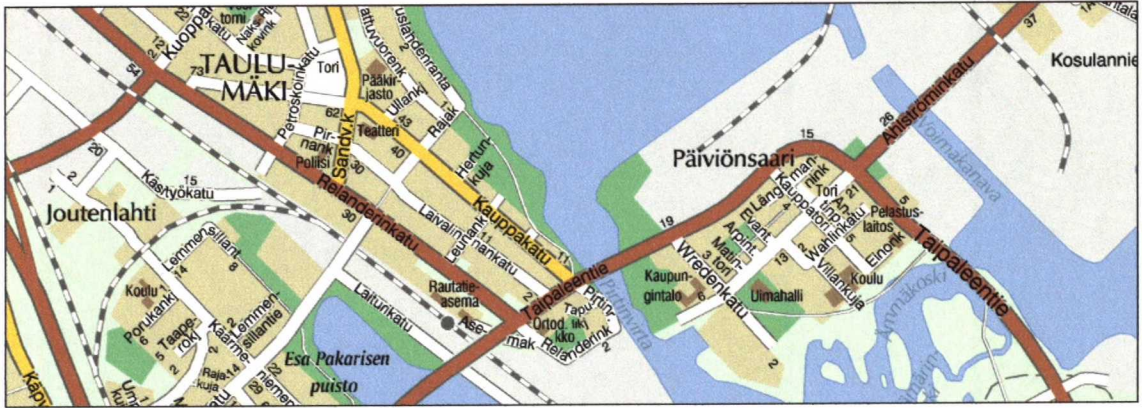
Kuva 13: Ote PerusCD-peruskartasta 1:20 000. Pohjakartta (C) Maanmittauslaitos lupanro 92/MYY/02

Kaupunkikartat 1:20 000

Kaupunkikartta 1:20 000 on tarkka rasterimuotoinen aineisto, jossa on kuvattu vaativaan kaupunkinavigointiin tarvittavat tiedot. Kaupunkikarttasarja 1:20 000 koostuu 83 kaupungin ja kunnan muodostamasta kokonaisuudesta. Kartoilla on esitetty kaikki ajokelpoiset tiet ja kadut nimineen, osoitenumerointi, tärkeimmät rakennukset, maankäyttö, vesistöt ja nimistö.

Kaupunkikartat muodostavat visuaalisesti yhtenäisen ja selkeän karttasarjan, joka soveltuu niin Internet-, intranet- kuin perinteiseen paikkatieto-ohjelmistokäyttöönkin. Karttojen kuvaustapa on suunniteltu erityisesti kuvaruutukäyttöä varten. Kaupunkikartat on tuotettu yhteistyössä Suomen kuntien ja kaupunkien kanssa, joten tiedot ovat luotettavia ja ajantasaisia.

Kaupunkikartat 1:20 000 soveltuvat erinomaisesti kaupunkialueiden tarkoituksi taustakartoiksi omien analyysien ja aineistojen pohjalle. Aineistoa voi käyttää myös opastamiseen esimerkiksi Internetissä. Kartat ovat kuvaustavaltaan täysin yhtenäisiä eri kaupunkien välillä. Aineisto myydään yhtenäisenä sarjana, johon on tehty valmiit MapInfon saumattomat karttatasot kaupungeittain. (Genimap 2001c)



Kuva 14: Ote Kaupunkikartasta 1:20 000. Copyright Genimap Oy

Soneralla on konsernitasoinen lisenssi seuraaviin kaupunkikarttoihin: Helsinki, Vantaa, Espoo, Kauniainen; Joensuu, Jyväskylä, Järvenpää, Kemi, Kerava, Kirkkonummi, Kotka, Kouvola, Kuopio, Lahti, Lappeenranta, Mikkeli, Nurmijärvi, Oulu, Porvoo, Riihimäki, Rovaniemi, Savonlinna, Säynätsalo, Tampere, Turku, Tuusula ja Vaasa.

5.1.2. Vektoriaineistot

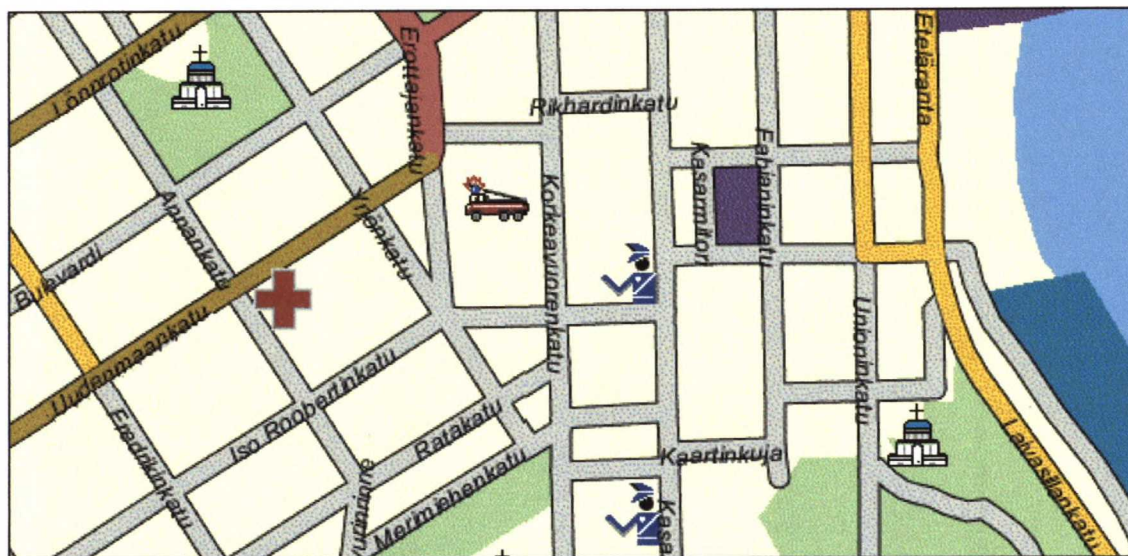
Vektoritieto koostuu pisteistä ja viivoista, jotka ovat geometrisesti ja matemaattisesti yhteydessä toisiinsa. Pisteet talletetaan koordinaatteina, esimerkiksi kaksiulotteinen piste muodossa (x, y) . Viivat talletetaan pisteparien sarjana, jossa jokainen pari vastaa yhtä viivan suoraa osaa. Esimerkiksi (x_1, y_1) ja (x_2, y_2) vastaavat viivaa pisteestä (x_1, y_1) pisteeseen (x_2, y_2) . Yleisesti vektorimuoto tuottaa pienempiä tiedostoja kuin rasterimuoto, sillä rasterikuva tarvitsee tiedon kaikista pikseleistä, kun taas vektorista talletetaan vain koordinaatit. Tämä pitää paikkansa yhä enemmän kuvilla, joissa on suuria homogeenisia alueita ja rajat ja muodot ovat pääasiallisen kiinnostuksen kohteina. Kun geometrisia muotoja on esitettävä tarkasti GIS- tai CAD-järjestelmissä, vektoridata on vahva vaihtoehto, sillä se ei ole riippuvainen spatiaalisesta tarkkuudesta tai pikselikoosta ja matemaattisia kaavoja voidaan käyttää tavallisten muotojen ja sulavien kaarien laskemiseen. Lisäksi polygonien topologia on tärkeä kysymys GIS-järjestelmiä toteutettaessa. Vektorimuodolla voidaan helposti selvittää esimerkiksi rajaviivan kummankin puolen alueet tai sijaitseeko piste polygonin sisä- vai ulkopuolella. (Geoinformatics 9/2000 s. 28-31)

Internet-selaimet eivät tue vektorikuvien käyttöä ilman sopivaa selainlisäosaa tai Java-applettia. Palvelinpäässä nämä voidaan kuitenkin muuntaa selaimen ymmärtämään rasterimuotoon ja käyttää erilaisissa analyyseissa ja edistyneemmissä toiminnoissa.

Nettikartta

Nettikartta on Internet-käyttöön suunniteltu karttatuote. Kartta on suunniteltu siten, että se soveltuu kuvaruudulla katseltavaksi ja kuvatiedostot ovat pieniä, jotta niitä voi siirtää hyvin myös verkossa. Nettikartassa on kuvattu opaskartan keskeiset elementit, kuten puistot, nimistö, teollisuusalueet, kadut ja tärkeimmät rakennukset. Katuverkoston pohjana on käytetty Maanmittauslaitoksen uutta osoiteaineistoa. Aineisto on valmis pääkaupunkiseudulta, ja se tulee kattamaan koko maan. Nettikartta on toteutettu siten, että sen avulla voidaan paikantaa osoitteet kartalle ja näin tehdä tätä ominaisuutta hyödyntäviä Internet-sovelluksia. (Positio 2/97)

Nettikartta sisältää 1:20 000 mittakaavaisen tieaineiston osoitteineen. Nettikartan tunnettuja käyttäjiä ovat esimerkiksi Keltaiset sivut, Dime.net ja Sonera Plaza. (Novo 2001)



Kuva 15: Ote Nettikartasta. Copyright Novosat Oy.

Nettikartan uusin versio Nettikartta Plus tuntuisi soveltuvan edeltäjäänsä paremmin Unibasen tarpeisiin. Sen idea on käyttää samaa karttadataa koko ajan, mutta optimoida

esitystapa käytettävän mittakaavan mukaan. Käyttäjä voi myös itse määrittää, mitkä elementit karttaesitys sisältää.

On suositeltavaa evaluoida Nettikartta Plus:in käyttöä Unibasen karttakäyttöliittymän tulevissa versioissa. Sitä ennen kuitenkin pitäydytään aineistoissa, joihin Soneralla on lisenssi. (Heikkilä 2001b, s. 7)

Postinumero- ja kuntaraja-aineistot

Vektorimuotoiset aluejakoaineistot soveltuvat omien tietojen analysointiin ja paikantamiseen sekä teemaesitysten pohja-aineistoksi. Aluejakoja käytetään paikkatieto-ohjelmissa myös tietokantakyselyiden maantieteellisiin rajauksiin.

Postinumeroalueet on saatavissa 5, 3 tai 2 numeron tarkkuudella mittakaavassa 1:200 000 ja kuntarajat mittakaavoissa 1:1,6 milj., 1:800 000 ja 1:200 000 sekä yleispiirteisenä aineistona mittakaavassa 1:3 milj. (Genimap 2001a)

5.1.3. GIS-karttapalvelut aineiston tuottajina

Digitaaliset kartta-aineistot ovat arvokkaita ja niiden hankinta edellyttää tallennustilaa, ylläpitoa ja ajantasaistusta. Taustakarttojen lisäksi useimmat edistyneemmät toiminnot tarvitsevat aineistoja toimiakseen: reitinmääritys tieaineiston, osoitteen muuntaminen koordinaateiksi osoiteaineiston tai lähimmän julkispalvelun löytäminen aineiston julkisten palveluiden sijainnista.

Hankkimisen ja niistä huolehtimisen itse sijaan aineistoja ja toiminnot mahdollistavia sovelluskomponentteja on mahdollista hankkia toiselta osapuolelta. Tällöin palveluntarjoaja huolehtii aineistojen ajantasaisuudesta, oikeellisuudesta ja palvelujen tapauksessa palvelulogiikasta.

Seuraavassa on esitelty kolme karttapalvelua nimenomaan taustakartta-aineiston hankinnan kannalta. Sovelluskomponenttien osalta palveluja käsitellään kappaleessa 5.3.

Mapser

Mapser on Novon paikkatietopalvelukonsepti, joka tarjoaa asiakasyrityksille mahdollisuuden käyttää paikkatietoa ja paikkatietojärjestelmän toiminnallisuutta omissa verkkopalveluissaan uudella tavalla, asp-pohjaisesti. Konseptiin on koottu kaikki tarvittava aineistojen hankinnasta ja ylläpidosta, sovelluksista, käyttöpalvelusta, asiakastuesta ja konsultoinnista, jotta palveluiden luominen ja käyttöönotto sujuisi asiakkaalta mahdollisimman vaivattomasti. Uuden teknologian ja sovellusten tuomat mahdollisuudet houkuttavat, mutta paikkatiedon hyödyntämisen tuoma lisäarvo arvioidaan kuitenkin kustannuksia ja niistä seuraavaa riskiä pienemmäksi. Lisäksi yritykset tunnistavat nykyisin tarkasti oman ydinsaamisen ja pyrkivät keskittymään siihen. Mapserin palvelukonsepti vapauttaa asiakkaan mittavilta teknisiltä investoinneilta, omaan liiketoimintaan suoraan liittyvän erikoisteknologian omaksumisesta ja tietotaidon ylläpitämiseltä.

Mapser tarjoaa karttaikkunakomponentin joko valmiiksi paketoituna kokonaisuutena tai avoimen XML-rajapinnan välityksellä sovelluskehittäjien käyttöön. Tällöin kartta-aineisto sijaitsee Novon palvelimella, mutta on sieltä haettavissa omaan sovellukseen.

Tarvittaessa Novo huolehtii myös paikkatietojen hankinnasta ja lisensoinnista aineistotuottajilta, aineistojen ajantasaisuudesta, paikkatietojen integroimisesta asiakkaan tarpeiden mukaisesti eri palveluita vaatimusten mukaan sekä kartografian (ulkoasun) luomisesta aineistojen visualisointia varten. (Novo 2001a)

Mapserin alkuvaiheessa saatavilla on ainakin Novon Nettikartta- ja Nettikartta Plus –aineistot, josta on kerrottu tarkemmin kappaleessa 5.1.2.

Maporama

Maporama SA on kehittänyt nimeään kantavan tuoteperheen, joka tarjoaa yritysten käyttöön tehokkaat työkalut asiakkaiden ohjaamiseen luokseen. Maporaman karttatietokanta sisältää yli 635 000 kaupunkia ympäri maailman sekä yksityiskohtaiset tiekartat yli 50 000 kaupungista neljällä mantereella: Euroopassa, Amerikassa,

Australiassa ja Aasiassa. Kartat ovat kaikkien Internet-käyttäjien saatavissa useimmilla desktop- ja mobiililaitteilla.

Maporamalla on yli 400 asiakasyritystä kuten Yahoo!, Shell, Europcar ja Packard-Bell. Yritys ylläpitää Euroopan toimintojaan tytäryhtiöiden Lontoossa, Hampurissa, Madridissa ja Amsterdamissa avulla. Pääkonttori sijaitsee Pariisissa. (Maporama 2001a)

Suomen aineistona Maporama käyttää kappaleessa 5.1.2. esiteltyä Nettikarttaa, jonka hankkiminen Novolta on helpompaa ja mitä todennäköisimmin myös edullisempaa. Sen sijaan toiminnan laajentuessa ulkomaille Maporama vaikuttaa lupaavalta palvelulta etenkin aineistojen laajuudessa.

MapBlast!

MapBlast! on useita palkintoja (muun muassa MacWorld- ja PC World-lehdet sekä USA Today) voittanut Internet-sivusto, joka tarjoaa käyttäjilleen vuorovaikutteisia karttoja, ajo-ohjeita sekä paljon tietoa palveluista ja tuotteista käyttäjän osoitteen tai matkareitin lähellä. MapBlast! sisältää myös tietoa majoitusmahdollisuuksista, liikenteestä ja paikallisista nähtävyyksistä ja sen kautta voi myös tehdä varauksia.

MapBlast!:in kehittäjä Vicinity Corporation tarjoaa myös yrityksille – asiakkaina muun muassa Ford, Hewlett-Packard, McDonald's ja Shell - tuotteita ja ratkaisuja näiden liiketoimintakohteiden paikallistamiseen, reitin löytämiseen ja muihin vastaaviin palveluihin. (Vicinity 2001)

Vicinityn aineistot kattavat Suomen tällä hetkellä vain kaupunkitasolla, katuosoitteita ei siis ole saatavilla. Muuten lupaava palvelu ei täten sovellu Unibasen tämänhetkisiin tarpeisiin. Toiminnan laajetessa ulkomaille Vicinitynkin tuotteisiin kannattaa tutustua tarkemmin.

5.2. Karttakomponenttikirjastot

5.2.1. Yleistä

Karttakomponenttikirjasto tarjoaa sovelluskehittäjien käyttöön joukon funktioita, jolloin kirjasto on kehitettävän sovelluksen tukielementti. Se sijaitsee samalla palvelimella ja on käynnissä järjestelmän muiden sovellusten tai palveluiden tavoin. Komponenttikirjastolle asetettavat vaatimukset riippuvat sillä kehitettävälle sovellukselle asetetuista vaatimuksista. Yleisesti voidaan sanoa, että sovelluksen tulisi pyöriä sekä Windows- että UNIX-ympäristöissä. Jotkut komponenttikirjastot asettavat vaatimuksia palvelimelle. Unibasen tapauksessa ohjelman tulisi tukea Java-alustaa, toisin sanoen komponenttikirjaston funktioiden tulisi olla kutsuttavissa Java-ohjelmointiympäristöstä.

Karttakomponenttikirjaston avulla kehitettävä karttakäyttöliittymä integroidaan täysin sitä käyttäviin sovelluksiin, joten se ei voi olla itsenäinen ns. standalone-ohjelma, jota ajetaan niistä irrallaan. (Heikkilä 2001b, s. 7)

Pääasiallinen tarkoitus on evaluoida Java-yhteensopivia komponenttipohjaisia GIS-tuotteita, sillä ne sopivat Unibasen käyttämään arkkitehtuuriin parhaiten. Vertailun vuoksi mukaan etsittiin tuotteita myös kahdelta paikkatieto-ohjelmistojen markkinajohtajalta, ESRI:ltä ja MapInfolta, mutta heidän tuotteensa ArcIMS SDK Client Toolkit sekä MapXTreme Java Edition osoittautuivat pian soveltuvansa parhaiten kokonaisen karttapalvelun pystyttämiseen alusta alkaen eivätkä niinkään sovellukseen liitettävän karttakäyttöliittymäkomponentin kehitykseen. Sen vuoksi kyseisiä tuotteita ei ole tässä diplomityössä käsitelty tarkemmin.

5.2.2. View Toolkit

View Toolkit on kirjasto erilaisia paikkatietoon liittyviä funktioita, joita voidaan käyttää eri ohjelmointikielien avulla. Sen on kehittänyt EDS Geospatial Solutions Group toimittaessaan paikkatietoratkaisuja eri sovellusalueilla. View Toolkit koostuu kolmesta osasta: View2D sisältää kaksiulotteiseen kartoitukseen perustuvia rajapintoja

(API), View3D visualisoi erilaiset maasto- ja kartoitusdatat kolmiulotteisena ja ViewWeb soveltuu kaksiulotteisen WWW-karttasovellusten ja -osien luomiseen.

Työkalusarja on riippumaton graafisesta käyttöliittymästä (GUI), mikä sallii siihen perustuvien sovellusten kehittämisen asiakkaan tai kehittäjän suosimalla kaupallisella käyttöliittymäkehittimellä. Myös tietokantayhteydeksi voi kehittäjä valita mieleisensä. Melko matalan tason tuotteena työkalusarja soveltuukin hyvin erilaisille alustoille, kehitysympäristöille ja sovellusalueille. Sen avulla on mahdollista kehittää sekä yksinkertaisia yhden käyttäjän että monimutkaisia tuhansien käyttäjien järjestelmiä.

View Toolkitiä on hyödynnetty sovelluksissa EDS:n eri liiketoiminta-alueilla ja divisioonissa kuten maanpuolustus- ja liikenneteollisuudessa sekä hallinnon alalla. EDS GSG:n eri projektien asiakkaina Iso-Britanniassa ovat olleet mm. työvoimatoimistot (Employment Services), Kuninkaalliset Ilmavoimat (Royal Air Force) ja -Laivasto (Royal Navy), armeija sekä siviili-ilmailuviranomaiset.

View Toolkititukee Tiled TIFF (TTIF) -rasteriformaattia sekä muunnostyökalujen kautta useita yleisimpiä rasteri- ja vektoriformaatteja. Kehitteillä oleva versio tulee tukemaan GML:ää (Geographical Markup Language, XML-pohjainen paikkatietokohteiden kuvauskieli) kaikkien vektoriaineistojen kuvaamiseen. (Heikkilä 2001b, s. 8-11)

Evaluoinnin tulos:

View Toolkitin etuina nähtiin seuraavat asiat: työkalusarja on enemmän funktio- kuin komponenttikirjasto, mikä antaa kehitystyöhön enemmän vapauksia. EDS:n toimisi sekä työkalun tuottajana että käyttäjänä. Tuote tukee Enterprise Java Bean:eja (EJB), mikä sopii erinomaisesti Unibasen tarkoituksiin ja arkkitehtuuriin. Tuote tukee myös suomalaisia koordinaatistojärjestelmiä. View Toolkitillä on mahdollisuus rakentaa sovelluksia, jotka suorittavat tehoa vaativat laskennat joko palvelimen tai asiakkaan päässä.

Haittapuolena voidaan pitää etunakin mainittu sama työkalun tuottaja ja sovelluksen kehittäjä. Vaarana on, että työkalun valinta sitoo jatkokehityksenkin samalle

kehittäjälle. Toisaalta Unibasella on positiivisia kokemuksia EDS:stä jo ennen tätä projektia.

5.2.3. SpatialFX

SpatialFX on vuodesta 1997 asti saatavilla ollut komponenttiarkkitehtuuri. Sen avulla voi yhdistää datan useista eri lähteistä ja esittää sen helppotajuisina, vuorovaikutteisina näkyminä, yksityiskohtaisista maastokartoista pohjapiirustuksiin ja edelleen loogisiin verkkodiagrammeihin. SpatialFX sisältää asiakaspään kartoitus- ja visualisointipavut, Java-luokkakirjaston, palvelinpään Enterprise Bean:it sekä spatiaalisen sovelluspalvelimen. Se on kirjoitettu Javalla ja on siten monisäikeinen, siirrettävä ja skaalattava.

SpatialFX:n avulla voidaan esittää tietoa yksityiskohtaisissa paikkatietoyhteyksissä. Kehittäjä voi ohjata kohteiden ulkoasua yksitellen tai ryhmässä. Niiden avulla voidaan suorittaa myös analyysejä, esimerkiksi etsiä kohteita tietyllä etäisyydellä paikasta, tietyn alueen sisällä tai vuorovaikutteisesti määritellyllä alueella. Spatiaalisia kyselyjä voidaan yhdistää ominaisuushakujen kanssa. Useita keskenään epäyhteensopiviakin tietolähteitä voidaan yhdistää, jolloin käyttäjät pääsevät käsiksi tietoon yksinkertaisesti klikkaamalla yhtä tai useampaa spatiaalista kohdetta. Kohteita voi liikuttaa ympäriinsä, vaihtaa niiden väriä sekä luoda ja tuhota niitä tietokannan päivitysten tai esimerkiksi GPS-tiedon tuonnin seurauksena.

SpatialFX perustuu Java-teknologiaan ja se sisältää kartoituspapuja sekä Java-luokkakirjaston paikkatietosovellusten kehittämistä varten. Funktioita voidaan käyttää ohjelmointirajapinnan kautta ja EJB-papuja sovelluskehittimillä. Tuote on yhteensopiva muiden Java-teknologioiden kuten kevyiden Swing-komponenttien, Java2-virtuaalikoneen sekä edistykselliseen grafiikan renderöintiin tarkoitetun Java2D-ohjelmointirajapinnan kanssa.

SpatialFX:n avulla voidaan luoda ja kehittää sovelluksia, joiden laskentatyö tehdään joko asiakkaan tai palvelimen päässä. Asiakaspää voi vaihdella HTML-ratkaisuista ja GIF-karttakuvista ohuisiin, mutta vuorovaikutteisiin Java-pohjaisiin appletteihin.

Molempia voidaan palvella samanaikaisesti siinä missä asiakas/palvelin- ja WWW-sovellusten sekoitustakin.

SpatialFX:llä voidaan kehittää myös sovelluksia langattomia verkkoja ja kämmenmikroja varten. (ObjectFX 2001)

Evaluoinnin tulos:

SpatialFX:n etuina on View Toolkitin tavoin tuki Unibasen arkkitehtuuriin sopiville Enterprise Java Bean:eille (EJB). Myös tällä tuotteella on mahdollista kehittää sovelluksia, joiden laskennat tehdään joko palvelin- tai asiakaspäässä. SpatialFX:ä käyttää myös näyttävä lista suuria yrityksiä kuten Motorola, Lucent, FedEx ja Boeing.

Haittapuolena tuotteen kehittäjällä ObjectFX:llä ei ole edustusta Euroopassa, mikä tarkoittaa sitä, että eurooppalaisia käyttäjiäkään ei ole monta. Tällöin tukea sekä paikallista käyttöä varten tarvittavaa lokalisointia voi olla hankala saada.

5.2.4. JViews

JViews Component Suite on joukko Java-komponentteja visuaalisten ja vuorovaikutteisten WWW-pohjaisten käyttöliittymien rakentamiseen. Käyttöliittymissä voidaan yhdistää data karttoihin, datan riippuvuudet kaavioiksi ja aikatauludata Gantt-kaavioiksi. JViews:in Swing/AWT- tai HTML-komponenttien avulla voidaan kehittää erilaisia Java-pohjaisia tai kevyempiä asiakaspään karttanäyttöjä.

Yli 30 JavaBeans-papua voidaan yhdistää välittömästi kehittäjän suosimaan kehitysympäristöön (interactive development environment, IDE). Korkean tason suunnittelu- ja editointityökalujen avulla voidaan kehittää oman suunnittelun ja mallinnuksen työkaluja. Kattava kehittäjän ohjelmointirajapinnan (application program interface, API) avulla voi sovelluksen ulkoasun ja tuntuman muokata halutun kaltaiseksi. (ILOG 2001)

JViews-tukitoiminnasta Pohjoismaissa vastaa Iso-Britannian ILOG. Tämä on eduksi, sillä se osoittaa, että tuotteella on riittävästi asiakkaita ja sitä kautta myös edustus Euroopassa.

Evaluoinnin tulos:

EDS:llä on aiempia positiivisia kokemuksia JViews-komponenttien käytöstä. Valmiilla pavuilla (beans) karttaratkaisujen kehittäminen onnistuu helposti, mutta toisaalta kehitystyö on rajoitettu tiettyjen funktioiden ja komponenttien käyttöön. ILogilla on edustus täällä Euroopassa, Iso-Britanniassa, sekä paljon merkittäviä asiakkaita kuten Nokia, Hewlett-Packard ja Deutsche Bahn. Se on vastannut nopeasti ja kattavasti kysymyksiin, osoittanut aitoa kiinnostusta evaluointia kohtaan ja tarjonnut apuaan.

5.2.5. JMap

JMap on asiakas-palvelin (client/server) –ratkaisu paikkatiedon esittämiseen ja katseluun Internet-selaimen kautta. Sillä voidaan rakentaa asiakaspäähän itsenäinen paikkatietosovellus, selaimessa toimiva HTML-karttasovellus tai pieni Java-appletti ja palvelinlisäosien avulla toiminnallisuus voidaan siirtää palvelinpäähän. Tehokkaiden tiedonsiirto-protokollien avulla voidaan siirtää suuriakin tietomääriä Internetin yli. Palvelin tukee satoja samanaikaisia yhteyksiä.

Täysin Java-pohjainen JMap soveltuu usealle eri alustalle, ja vektorimuotoista sijaintidataa voidaan näyttää asiakaspäässä. Kehittynyt Java-ohjelmointirajapinta (API) antaa ohjelmoijille mahdollisuuden kehittää ja yhdistää uusia ja hyväksi havaittuja funktioita ja työkaluja joko asiakas- tai palvelinpäässä. Runsas joukko valmiita työkaluja, kuten hiiren osoittimen sijaintitieto, URL-linkit ja linkit dokumentteihin mahdollistavat nopean sovelluskehityksen vähällä ohjelmointityöllä.

Ylläpitomodulin avulla voidaan pystyttää ja ylläpitää geotietokantoja, joilla hallitaan geometristä dataa ja käyttäjätietoja sekä tehdään avustettuja SQL-kyselyjä tietokantaan. (Kheops Technologies 2001)

Evaluoinnin tulos:

JMap on melko nuori tuote. Saatavilla on tällä hetkellä versio 1.0 ja uudempi on pian tulossa. JMap luottaa myös melko paljon Java-appleteihin, jotka eivät mm. tietoturvasyistä sovellu kovin hyvin Unibasen tarpeisiin. Tuotetta edustava Kheops Technologies sijaitsee Kanadassa, joten tuen ja paikallisten muutosten saaminen saattaa

olla vaikeaa. Merkittäviä yritysasiakkaita ei ole, lähinnä muutama kanadalainen kaupunki. Tuotteen lisenssipolitiikka on yksinkertainen, mutta melko kallis pienillä käyttäjämäärillä. Aineistotuki on muita tuotteita heikompi, esimerkiksi useimpien aineistojen TIFF-rasteritiedostomuoto ei ole tuettu.

5.2.6. Yhteenvedotaulukko ominaisuuksista

	<u>View Toolkit</u>	<u>SpatialFX</u>	<u>JViews</u>	<u>JMap</u>
Yleistä				
Kehittäjä	EDS Geospatial Solutions Group (UK)	ObjectFX (US)	ILog (UK)	Kheops Technologies (CAN)
Edustaja Suomessa	EDS Finland	-	Skandinavia: ILog Ltd (UK)	-
Tuotteen suurimmat asiakkaat	UK: Royal Air Force, Royal Navy, työvoimatoimistot...	Motorola, Lucent, FedEx, Boeing...	Nokia, Hewlett-Packard, British Airways, Deutsche Bahn...	CAN:City of Montreal, City of Southampton
Tuetut aineistot				
Rasteri	Tiled TIFF, ASRP, CIB, CADRG, DTED, DVOF, CRP	GeoTIFF, CADRG, CIB	JPEG, GIF, CADRG, DTED	GIF, JPEG georeferenced
Vektori	Shape, MIF, VMAP	Shape, DXF, VPF, MID/MIF, Oracle 8.1.6 Spatial Data	Shape, Oracle 8.1.6 Spatial Data	Shape, DXF, DGN, MID/MIF
Tuetut teknologiat				
Alustat	OpenVMS, UNIX, Linux, Windows 95/NT/2000	Windows NT, UNIX	Windows NT, UNIX	Windows NT/2000, Linux, Solaris
Kehitysympäristöt	Java2, Fortran, Pascal, C, C++, Visual Basic	J2EE, JDK 1.3, EJB 2.0 Web-Logicin kanssa)	JDK 1.1, Java 2 minkä tahansa Swing-, AWT-tms. kanssa	Java API 1.1
Tietokantatuki	Tietokantayhteys kehittäjän valittavissa	Oracle, Sybase, SQL Server...	jdbc, xml	jdbc, jdbc-odbc

5.3. Karttapalvelut

5.3.1. Mapser

Kappaleessa 5.1.3. jo sivuttu GIS-karttapalvelu Mapser tarjoaa myös sovelluskomponentteja, joiden avulla palveluntuottajat voivat hyödyntää paikkatietoa ja paikkatietojärjestelmän toiminnallisuutta rakentaessaan WEB- tai mobiilipalveluja. Tällaisia komponentteja ovat esimerkiksi karttaikkuna, ajoreitti, geokoodaus tai lähimmän palvelupisteen hakeminen. Sovelluspalvelut ovat joko valmiiksi paketoituja kokonaisuuksia (kuten WWW-karttaikkuna toimintoinen) tai ne tarjotaan mapserXML-kehitysrajapinnan välityksellä sovelluskehittäjien käyttöön.

Novo huolehtii näiden peruspalveluiden ylläpidosta, kehittämisestä ja toimivuudesta. Se takaa palvelujen saatavuuden ja huolehtii paikkatietojärjestelmän ja tietokantapalvelujen skaalaamisesta kasvavan kuormituksen mukaan. Asiakastuki ottaa vastaan vika- ja ongelmatilanteiden ilmoitukset ja huolehtii paikkatietoaineistojen mahdollisten virheiden raportoinnista aineistotuottajille niiden korjaamista silmällä pitäen. Sovelluskehittäjille on tarjolla myös konsultointi- ja koulutuspalveluita.

Palveluiden hinnoittelu perustuu perustamismaksuun, kuukausimaksuun ja tapahtumamaksuun. Perustamismaksu muodostuu sisältöpalveluista ja palvelun käyttöönotosta. Kuukausimaksuun sisältyvät käyttö- ja asiakastukipalvelut sekä XML-kehitysrajapinnan käyttöoikeus. Tapahtumamaksuilla kustannusrakennetta painotetaan käytön mukaisen veloituksen suuntaan. Konsultointipalveluista sovitaan erikseen. (Novo 2001a)

5.3.2. Maporama

Kappaleessa 5.1.3. jo sivutun GIS-karttapalvelun Maporaman MAPIL-työkalukirjasto (Maporama Application Programming Interface Library) tarjoaa sovelluskehittäjille kaikki omien palveluiden tai sovellusten rakentamiseen tarvittavat perustoiminnallisuudet niin Internetissä, intranetissä tai langattomissa ratkaisuissa. Sen

sisältämien funktioiden avulla voidaan ottaa yhteys Maporaman karttapalvelimeen XML-kuvauskielen avulla. Karttapalvelin palauttaa karttakuvan GIF-rasterikuvana.

MAPIL sisältää kuusi ohjelmointirajapintaa (APIa): osoitteen tarkistaminen ja tarvittaessa vaihtoehdon ehdottaminen, osoitteen muuntaminen koordinaateiksi eli geokoodaus, koordinaattien muuntaminen osoitteeksi eli käänteinen geokoodaus, kartan piirtäminen, ajo-ohjeen määrittäminen kahden annetun pisteen välillä sekä kohteiden etsintä tietyn matkan sisällä annetusta pisteestä. (Maporama 2001b)

5.3.3. MapQuest UK

MapQuest tarjoaa karttoja ja ajo-ohjeita Internetissä ilmaiseksi sekä vastaavia ratkaisuja yrityksille sekä paperi- että kuvaruutukarttoina. MapQuestin Enterprise Toolkitin avulla sovelluskehittäjä voi rakentaa suuria karttasovelluksia thin client -ratkaisuina.

Sijaintia voidaan etsiä koordinaattien, kadunnimen, osoitteen, risteyksen, kaupungin, postinumeron tai –toimipaikan, kaupungin, kunnan tai maan mukaan. Kartoilla voidaan navigoida, zoomata ja panoroida. Kartoilla voidaan näyttää useita kohteita. Osoite- tai koordinaattipari syöttämällä saadaan tarkat ja yksityiskohtaiset ajo-ohjeet, kokonaismatka ja –matka-aika. Reitiksi voidaan valita nopein tai lyhyin käyttämällä tai välttämällä tiettyjä tiettyyppejä. Kohteita voidaan etsiä tietyn etäisyyden sisältä. Osoitteet voidaan muuntaa koordinaateiksi eli geokoodata, myös käänteinen geokoodaus onnistuu.

MapQuestin aineistot kattavat Suomen tällä hetkellä vain kaupunkitasolla, katuosoitteita ei siis ole saatavilla. Muuten lupaava palvelu ei täten sovellu Unibasen tämänhetkisiin tarpeisiin. Toiminnan laajetessa ulkomaille myös MapQuestin karttapalveluihin kannattaa tutustua tarkemmin.

6. Ratkaisuehdotus

Käyttäjärühmien käyttötarpeita ja -tapoja karttakäyttöliittymälle selvitettiin haastattelujen avulla. Karttakäyttöliittymän aineksiksi valittiin ja arvioitiin Unibasen muun järjestelmän kanssa yhteensopivia kartta-aineistoja, -komponenttikirjastoja ja -palveluita. Näiden perusteella on seuraavassa kuvattu ehdotus toimintamalliksi:

6.1. *Kartta-aineistot*

Kartta-aineistojen kattavuudeksi riittää tällä hetkellä Suomen alue. Jatkossa, mikäli Unibase päättää laajentaa liiketoimintaansa maan ulkopuolelle, tarvitaan tietysti aineistoja myös näiltä alueilta.

Unibasen karttakäyttöliittymässä on mahdollista käyttää ilman ylimääräisiä kuluja niitä Soneran kartta-aineistoja, joihin on konserni- tai MNF:n yksikkötasoinen lisenssi. Näitä aineistoja on niin laaja valikoima, ettei karttakäyttöliittymän ensimmäisessä vaiheessa muita rasterimuotoisia tausta-aineistoja tarvitse hankkia. Tarve on kuitenkin nykyistä tarkemmalle nimistöaineistolle, jollaiseksi Maanmittauslaitos tarjoaa yli 800 000 suomalaisen paikannimen aineistoa. Sonera hankkii tämän aineiston konserni- tai MNF-tasoisin lisenssin.

Sonera MNF voi toimittaa seuraavat rasteriaineistot Unibasen karttakäyttöliittymän käyttöön: 1:1 milj. Suomen kartta, 1:200 000 GT-rasteri, 1:20 000 PerusCD-peruskartta, 1:20 000 kaupunkikartat 27 kaupungin alueelta.

Aluejakoja varten voidaan käyttää Soneran lisenssien kattamia Postinumeroalueet- ja Kuntarajat-vektoriaineistoja. Nettikartta-vektoriaineistoa voidaan käyttää alustavasti osoitehakujen ja reitin määrittämisen aineistona.

Unibasen tuotantoryhmä käyttäisi karttakäyttöliittymäää tarkistamaan, onko tukiasema suojelualueella. Suomen ympäristökeskukselta hankitaan vektoriaineistot luonnonsuojelu- ja luonnonsuojeluohjelma-alueista.

6.2. Karttakomponenttikirjastot

Karttakomponenttikirjastoista päädyttiin EDS Geospatial Solutions Group:in View Toolkit –funktiokirjastoon, jolla EDS Finland rakensi lupaavalta näyttävän karttakäyttöliittymän demon. EDS:n toimiminen sekä työkalun toimittajana että sovelluksen kehittäjänä tuo synergiaetuja. EDS Finlandin mukaan View Toolkit sopii myös arkkitehtuurinsa puolesta erinomaisesti Unibaselle.

6.3. Karttapalvelut

6.3.1. Aineistot

Karttapalveluja ei ole tarpeen käyttää kartta-aineistojen hankintaan niin kauan, kun Soneran lisenssien kattamat aineistot vastaavat tarpeita. Myöhemmässä vaiheessa näitä on kuitenkin mahdollisuus hankkia, esimerkiksi jos tarvitaan erikoiskarttoja kuten merikarttoja. Myös toiminnan laajetessa ulkomaille saattavat karttapalveluiden tuottamat aineistot tulla kyseeseen.

6.3.2. Palvelut

Käyttäjryhmien haastatteluissa kävi ilmi useaan otteeseen tarpeet ainakin sijainnin löytämiseen osoitteen avulla eli geokoodaamiseen sekä kahden pisteen välisen reitin laskentaan. Nämä tullaan ensin toteuttamaan View Toolkit:iin kuuluvien funktioiden ja Nettikartta-aineiston sisältämien osoite- ja nimistöaineiston avulla.

Novon Mapser-palvelun kanssa on alustavasti sovittu koevaiheesta. Jos kokemukset ovat positiivisia, Mapseria tultaneen käyttämään tarvittaessa hyväksi. Unibasen toiminnan laajentuessa Suomen ulkopuolelle myös Maporama, MapBlast! ja MapQuest ovat kokeilemisen arvoisia.

6.4. Karttakäyttöliittymän kehittäminen

6.4.1. Ensimmäinen vaihe

GIS-projekti koostuu useammasta eri vaiheesta. Ensimmäisessä versiossa tulee olemaan seuraavat funktiot, jotka olivat jo EDS:n Unibaselle tekemässä demossa:

- kohteiden näyttäminen kartalla koordinaattien mukaisessa paikassa
- kohteiden näyttäminen kartalla eri ominaisuustietojen mukaan
- usean kohteen listan muodostaminen valitsemalla kohteet kartalta
- usean kohteen listan näyttäminen kartalla
- kohteen yksityiskohtaisten tietojen näyttö valitsemalla kohde kartalta
- kartan lähentäminen ja loitontaminen eli zoomaaminen kartalle ja kartalta
- kartan lähentäminen määrittelemällä suorakaiteen alue
- kartan liikuttaminen haluttuun suuntaan eli panorointi
- kartan keskistäminen halutun pisteen mukaan
- kartan mittakaavan näyttäminen kuvaruudulla
- osoittimen koordinaattien näyttäminen kuvaruudulla

(Heikkilä 2001a, s. 6-7)

Näiden lisäksi lisätään mahdollisuus nähdä laittilojen CAD-piirustukset, jotka antavat yleiskuvan mahdollisuuksista lisätä uusia laitteita laittilaan. Matkapuhelinoperaattorille tämä tieto on välttämätön verkonsuunnittelussa. Ensimmäisessä versiossa käyttäjä voi katsella CAD-kuvia, mutta myöhemmissä versiossa myös varata laitepaikkoja kuvasta.

Jo ensimmäisessä vaiheessa määritellään käyttäjäryhmät. Jokainen käyttäjä kuuluu ennalta määriteltyyn ryhmään, jolle on annettu pääsyoikeus tiettyyn dataan.

Nämä toiminnot voisivat muodostaa karttakäyttöliittymän ensimmäisen version, joka julkaistaisiin. Ensimmäinen versio voisi toimia testipenkinä, josta saatujen kokemusten mukaan seuraavaa versiota kehitettäisiin.

6.4.2. Karttakäyttöliittymän jatkokehitys

Myöhemmässä vaiheessa tarkoitus on saada kehitettävä karttakäyttöliittymä myös yhteistyökumppaneiden ja asiakkaiden käyttöön. Tämä tekisi yhteistyöstä ja liiketoiminnasta sujuvampaa ja tuottoisampaa, myös saatavat tulot maksaisivat ajan myötä kehityskustannuksia takaisin Unibaselle. On haasteellista kehittää niin hyvä järjestelmä, että yhteistyökumppanille on etua vaihtaa nykyisestä järjestelmästä siihen. Etulyöntiasemana Unibasen karttakäyttöliittymällä on yhteinen tieto molemmille osapuolille, mutta karttakäyttöliittymän avulla työskentelemisen täytyy olla helppoa ja tehokasta.

Karttakäyttöliittymän ensimmäinen versio edellyttää, että kaikki työ tehdään Suomen aluerajojen sisäpuolella. Jatkossa voidaan päättää, missä versiossa muut maat otetaan mukaan. Tällöin tulee hankkia uusia aineistoja uusilta alueilta. Valittu karttakomponenttikirjasto View Toolkit osaa tehdä tarvittavat koordinaatistomuunnokset eri maiden kartta-aineistojen samanaikaista näyttöä varten.

Jatkossa on myös mahdollista lisätä, vaihtaa ja poistaa kartta-aineistoja, mikäli käyttäjät tätä toivovat. Nyt valituista aineistoista mittakaavaltaan pieninkin on liian tarkka ensimmäiseksi, koko Suomen kuvaruudulla näyttäväksi lähestymiskartaksi. Lisäksi GT-rasterin 1:200 000 ja 1:20 000 PerusCD- tai kaupunkikartan väliin voisi lisätä yhden aineiston esimerkiksi mittakaavassa 1:100.000.

7. Yhteenveto ja pohdinta

Unibase Oy omistaa, rakennuttaa ja ylläpitää matkapuhelinverkkojen käyttämiä tukiasemapaikkoja ja vuokraa niistä antenni- ja laitepaikkoja yrityksille ja yhteisöille. Liiketoiminnan tehtävien suorittamiseksi Unibase käyttää useaa hyvinkin erilaista sovellusta, joiden yhteistyö ei ole täysin sujuvaa tai ongelmattonta. Esimerkiksi asiakkaan kuvailemaa aluetta etsitään yhdellä paikkatietosovelluksella, toisella näytetään sillä sijaitsevat tukiasemat ja kolmannella etsitään niistä vapaata tilaa.

Yrityksen tietojärjestelmiä uudistettaessa on huomattu tarve karttakäyttöliittymälle. Se ei saisi olla itsenäinen sovelluksensa, vaan sen tulisi liittyä kiinteästi muihin uusiin sovelluksiin kuten esimerkiksi REPE-laitetilarekisteriin.

Karttakäyttöliittymän kehitystyötä varten olin mukana haastattelemassa Unibasen eri käyttäjäryhmiä, jotka kertoivat käyttötarpeistaan ja -toiveistaan. Karttakäyttöliittymien perustoimintojen lisäksi edistyneemmistä toiminnoista tarpeita oli ainakin edullisimman reitin määrittämiselle sekä osoitteen avulla haulle. Tärkein taustakartan päällä näkyvä tieto tukiasemasta vaihteli käyttäjäryhmittäin, esimerkiksi myyntiryhmä on kiinnostunut erityisesti vapaasta tilasta mastossa ja tuotanto tukiaseman rakennustyön vaiheesta. Onkin tärkeää voida vaihtaa symbolointiin vaikuttavaa ominaisuustietokenttää käyttäjän tarpeiden mukaan.

Karttakäyttöliittymän toiminnallisuus toteutetaan karttakomponenttikirjastolla ja taustakartta-aineistoja tarvitaan visualisoimaan tukiasemien sijainti. Etsin ja löysin neljä sopivaa komponenttikirjastotuotetta ja perustiedot näistä, jotta kehitystyöstä vastaava EDS saattoi ne evaluoida. Sopivimmaksi se valitsi oman konserninsa View Toolkit -tuotteen. Taustakartta-aineistoina Unibase voi Sonera-konserniin kuuluvana käyttää hyväkseen niitä aineistoja, joihin Soneralla on konserni- tai Sonera MNF:n yksikkötasoinen lisenssi. Näitä aineistoja onkin runsaasti, joten ainakin karttakäyttöliittymän ensimmäinen versio voidaan näiden avulla toteuttaa.

Osa karttakäyttöliittymän toiminnoista, kuten edullisimman reitin löytäminen voidaan toteuttaa myös karttapalvelujen avulla, jolloin tarvittavaa aineistoa ja toiminnallisuutta

ei tarvitse hankkia itselleen ja ylläpitää. Karttapalvelut tarjoavat myös aineistoja asiakkaidensa käyttöön. Siksi tutkin myös muutamaa karttapalvelukokonaisuutta. Valittu karttakomponenttikirjasto kuitenkin sisälsi tarvittavan toiminnallisuuden ja Soneralta löytyi Unibasen tämänhetkisen liiketoiminta-alueen kattavat aineistot, joten karttakäyttöliittymä saadaan aikaan ilman karttapalveluiden apuakin.

Tätä diplomityötä tehdessäni olen oppinut, mitä paikkatietoprojekti kokonaisuudessaan ja käytännössä voi olla: nykytilanne sisältää selkeän ongelman, tässä tapauksessa tukiasemien hallinnan joukolla hyvin erilaisia sovelluksia. Seuraavaksi muiden tietojärjestelmien kehittämisen yhteydessä huomataan, että karttakäyttöliittymä voisi ratkaista ongelman. Sitä varten taas on tutkittava, mistä se koostuu, etsittävä vaihtoehtoja toteutustavoille, arvioida vaihtoehdot ja tehtävä valinta.

Karttakäyttöliittymän suunnittelu on myös ollut käytäntöä opintojaksoilta saadun teoriapohjan perusteella. Samalla se on ollut sivuaineeni ohjelmistojärjestelmien käsittelemien asioiden kuten käyttöliittymien ja käytettävyyden soveltamista pääaineeni geoinformatiikan alaan.

Mielestäni yksi merkki diplomityötä tekemällä oppimisessa on sekin, että joitain asioita tekisin uudestaan toisin. Nyt tulin mukaan kehitystyöhön silloin, kun käyttäjätarpeita ja käyttäjien ideoita aiottiin haastatteluin selvittää. Myöhemmin selvisivät monet kokonaisuuteen liittyvät asiat, jotka varmasti olisivat vaikuttaneet haastatteluihin tai haastatteluissa minuun. Puuttuvien tietojen etsiminen jälkikäteen on työlästä, etenkin kun Unibase Oy, EDS Finland ja Sonera MNF ovat itsenäisiä yrityksiään ja kilometrien päässä toisistaan. Tokihan puhelimet, sähköposti ja faksi toimivat, mutta ne eivät korvaa paikan päällä olemista ja tosiaikaista vuorovaikutteista keskustelua.

Muutenkin olisi ihanteellista, jos käytännön sovelluskehitystyön voisi tehdä tämän diplomityöni sisällysluettelon mukaisessa järjestyksessä: teoria, nykytilanne, käyttäjätarpeet, rakennusaineekset ja niiden arviointi, ratkaisuehdotus.

LÄHDELUETTELO

Aho, Terhi 2001. *Laitetilarekisteri, Vaatimusmäärittely 1.0, luottamuksellinen*. EDS Finland. 19 s.

Brown, Allan, Emmer, Nicoline & van den Worm, Jeroen 2001. *Cartographic Design and Production in the Internet Era: The Example of Tourist Web Maps*. The Cartographic Journal Vol. 38 No. 1 June 2001. The British Cartographic Society 2001. S. 61-72.

Federal Computer Week 2001 19.2.2001. [online, viitattu 17.1.2002] <URL: <http://fcw.com/fcw/articles/2001/0219/pol-map-02-19-01.asp>>

Genimap, Aluejaot 2001a. [online, viitattu 9.1.2002]. <URL: <http://www.genimap.fi/finnish/yrityksille/digitaaliset/aluejaot/index.html>>

Genimap, GT-rasteri, 2001b. [online, viitattu 9.1.2002]. <URL: <http://www.genimap.fi/finnish/yrityksille/digitaaliset/gtkartta/gtrasteri/index.html>>

Genimap, Kaupunkikartat, 2001c. [online, viitattu 9.1.2002] <URL: <http://www.genimap.fi/finnish/yrityksille/digitaaliset/kaupunkikartat/kaupunkikartat12/index.html>>

Haastattelu: Aluepäällikkö 2001. Unibasen aluepäällikön Jukka Poutiaisen haastattelu 26.8.2001 Unibasen tiloissa Helsingissä.

Haastattelu: Peto++ 2001. Unibasen Martti Sirkka esitteli Unibasen Peto++-käyttöä 8.8.2001 Unibasen tiloissa Helsingissä.

Heikkilä, Lassi 2001a. *UniGIS Business Need Definition v. 0.5, luottamuksellinen*. EDS Finland, 17 s.

Heikkilä, Lassi 2001b. *UniGIS Evaluation v. 0.9, luottamuksellinen*. EDS Finland. 17 s.

ILOG, 2001. ILOG JViews [online, viitattu 9.1.2002] <URL: <http://www.ilog.co.uk/products/jviews/>>

Kalimo, Anna 1996. *Graafisen käyttöliittymän suunnittelu*. Espoo, Suomi. Suomen ATK-kustannus Oy. 235 s. ISBN 951-762-328-8.

Kheops Technologies 2001, JMap [online, viitattu 9.1.2002] <URL: <http://www.kheops-tech.com>>

Kraak, Menno-Jan & Ormeling, Ferjan 1996. *Cartography: Visualization of Spatial Data*. Addison Wesley Longman Limited 1996. 222 s. ISBN 0-582-25953-3.

Köbben, Barend 2001. *Publishing Maps on the Web*. Kraak, Menno-Jan & Brown, Allan. *Web Cartography*. London, UK. Taylor & Francis. s. 73-86. ISBN 0-7484-0869-X (PB)

Maanmittauslaitos, Karttapaikka 2001a. [online, viitattu 9.1.2002]. <URL: <http://kartta.nls.fi/>>

Maanmittauslaitos, PerusCD 2001b. [online, viitattu 9.1.2002]. <URL: <http://www.nls.fi/kartta/tuotteet/peruscd.html>>

Maporama 2001a. [online, viitattu 9.1.2002]. <URL: <http://www.maporama.com/>>

Maporama 2001b. *Maporama Application Programming Interface Library MAPIL* [online, viitattu 31.1.2002]. <URL: <http://channel.maporama.com/corporate/EN/THE+COMPANY/MAPORAMA+APPLICATION+PROGRAMMING+INTERFACE+LIBRARY.htm>>

Miller, Suzette 1999. *Design of Multimedia Mapping Products*. Cartwright, William, Peterson, Michael P. & Gartner, George. *Multimedia Cartography*. Berlin, Germany. Springer-Verlag. s. 51-64. ISBN 3-540-65818

Novo 2001a. Mapser. [online, viitattu 9.1.2002]. <URL: <http://www.mapser.com/>>.

Novo 2001b. Nettikartta. [online, viitattu 9.1.2002]. <URL: <http://www.novogroup.com/users%2F167%2F1272%2Ecfm>>

ObjectFX 2001. SpatialFX. [online, viitattu 9.1.2002]. <URL: <http://www.objectfx.com/products/spatialfx.asp>>

Sonera 2001a. Intranet. [online, viitattu 9.1.2002] <URL: <http://intra.sonera.fi/>>

Sonera 2001b. Konsernitietoa [online, viitattu 9.1.2002] <URL: http://www.sonera.fi/investor_fi/konsernitieto/>

Tekniikan sanastokeskus ry, *Matkaviestinsanasto*, 2001, 238 s. Finnet Focus Oy, ISBN 952-9794-13-4.

Telecom Finland 1997. *Tietotekniikkatiistai-kalvot*.

Unibase 2001 [online, viitattu 9.1.2002]. <URL: <http://www.unibase.fi/unibase.html>>

van den Worm, Jeroen 2001. *Web map design in practice*. Kraak, Menno-Jan & Brown, Allan. *Web Cartography*. London, UK. Taylor & Francis. s. 87-107. ISBN 0-7484-0869-X (PB)

van Elzakker, Corné P.J.M 2001a. *Use of maps on the Web*. Kraak, Menno-Jan & Brown, Allan. *Web Cartography*. London, UK. Taylor & Francis. s. 21-36. ISBN 0-7484-0869-X (PB)

van Elzakker, Corné P.J.M 2001b. *Users of maps on the Web*. Kraak, Menno-Jan & Brown, Allan. *Web Cartography*. London, UK. Taylor & Francis. s. 37-52. ISBN 0-7484-0869-X (PB)